

UNIVERZITA KARLOVA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA FYZICKÉ GEOGRAFIE A GEOEKOLOGIE



**ZMĚNY PŮDNÍCH ZNAKŮ A VLASTNOSTÍ PO ZMĚNĚ
VYUŽÍVÁNÍ PŮDY**

Soil changes after land use changes

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BC. MARTIN STEHLÍK

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: RNDR. LUDĚK ŠEFRNA, CSC.

KUNICE, DUBEN 2010

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce RNDr. Luďkovi Šefrnovi, CSc. za odborné vedení a cenné připomínky při zpracování. Velké poděkování patří Ing. Vařekovi, Mgr. Martinu Weissrovi a doc. RNDr. Ivanu Sucharovi, CSc. za pomoc při zpracovávání půdních vzorků v laboratoři Katedry botaniky.

Za morální podporu děkuji své rodině a svým přátelům.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci s názvem „ZMĚNA PŮDNÍCH ZNAKŮ A VLASTNOSTÍ PO ZMĚNĚ VYUŽÍVÁNÍ PŮDY“ pracoval samostatně a že jsem použil pouze literaturu uvedenou v seznamu literatury.

V Kunicích dne 21. 4. 2010

.....

Martin Stehlík

Abstrakt

Práce se zabývá změnami vybraných půdních znaků a vlastností na plochách bývalé orné půdy přeměněné v lesní plochy ve středočeském Plutonu v dolním povodí řeky Sázavy. Jsou zkoumány časová období 8, 15, 25 – 35, 50 – 55, 100, 160 a 235 let od ukončení zemědělské činnosti. V práci jsou dále hodnoceny dostupné zdroje pro sledování změn v krajině a analyzovány jejich přínosy. Výsledky vykazují pokles hodnot pH ve všech studovaných hloubkách půdního profilu a růst mocnosti humusového lesního horizontu. Podíl půdní organické hmoty (SOM) postupně narůstá v čase v hloubce 3 – 5cm oproti ostatním hloubkám. Znaky dřívější zemědělské činnosti jsou znatelné až 100 let po jejich ukončení.

Klíčová slova: Land use, historická geografie, zalesňování na orné půdě, pH, půdní organická hmota (SOM), barva, středočeský Pluton, dolní povodí Sázavy

Abstract

The thesis concerns with changes of soil features and characteristics on the areas of former arable land transformed to the forest area. The research took place in the region of central-Bohemian pluton in lower basin of the Sázava river. Time periods of 8, 15, 25-35, 50-55, 106, 160 and 235 years since the abandonment of farming (agricultural activity) are explored. Furthermore, available sources for monitoring of landscape changes and their contribution are also valued (evaluated, considered) in this work. The results show decreasing tendency of pH reaction in all the studied depth of soil profile as well as the increase of thickness of forest humus horizon. Portion of SOM gradually increases in time in the 3-5 cm depth in contrast to the other depths. Characters of former agricultural activity are noticeable even 100 years after its cessation.

Keywords: Land use, historical geography, reforestation of arable land, pH, soil organic mass (SOM), soil colour, central-Bohemian Pluton, the Sázava river basin

OBSAH

1. Úvod a cíle	10
2. Literární prameny	13
2.1 Land use	13
2.1.1 Zdroje sledování změn v krajině a využití území.....	13
2.1.1.1. Historická topografická mapování (1708 – 1720).....	14
2.1.1.1.1 Müllerovo mapování (1708 – 1720)	15
2.1.1.1.2 Vojenská historická topografická mapování (1750 – 1950).....	17
2.1.1.1.3 Stabilní katastr a Císařské povinné otisky stabilního katastru 1: 2 880....	26
2.1.1.2 Katastrální data.....	28
2.1.1.3 Zdroje hodnocení změn ve využití území pomocí statistických dat.....	34
2.1.1.4 Zdroje hodnocení změn ve využití území pomocí dálkového průzkumu	38
2.1.2 Historické etapy změn a změny využití území v České republice	42
2.1.3 Současný podíl lesních ploch na území České republiky.....	47
2.2 Půdní znaky a vlastnosti.....	50
2.2.1 Vybrané půdní znaky.....	50
2.2.1.1 Barva	50
2.2.1.2 Charakter přechodu horizontů	51
2.2.1.3 Hloubka humusového horizontu.....	53
2.2.2 Vybrané vlastnosti.....	53
2.2.2.1 Humus a půdní organická hmota (SOM).....	53
2.2.2.2 Půdní reakce.....	64
2.2.3 Pedogeneze.....	73
2.2.4 Princip rovnováhy mezi půdní organickou hmotou (SOM) a půdní reakcí.....	74
3. Fyzickogeografická charakteristika studovaného území.....	79
3.1 Vymezení sledovaných oblastí.....	79
3.2 Geologické poměry.....	79
3.3 Hydrologická charakteristika.....	84
3.4 Klimatické poměry.....	85
3.5 Geomorfologické poměry.....	88
3.6 Vegetační poměry a antropický vliv.....	92
3.7 Půdní poměry.....	99

4. Materiál a metody	106
4.1 Statistická data.....	106
4.2 Materiál a metody použité v zájmových katastrálních územích.....	106
4.2.1 Mapová data za katastrální území Bukovany a Samechov.....	106
4.2.2 Materiál a metody použité pro určení stanovišť kategorie změny pole – les.....	107
4.2.3 Materiál a metody použité pro určení stáří ploch.....	107
4.3 Půdní data.....	108
4.3.1 Odběr a analýza půdních znaků v terénu.....	108
4.3.2 Laboratorní analýzy.....	109
4.3.2.1 Analýza pH aktivní (H ₂ O).....	109
4.3.2.2 Analýza pH výměnné (KCl).....	110
4.3.2.3 Stanovení organického podílu metodou LOI (Loss-on-Ignition).....	112
5. Výsledky.....	113
5.1 Vývoj Land use v letech 1993 – 2009 v České republice	113
5.2 Vývoj Land use dle databáze LUCC v dolním povodí Sázavy.....	115
5.3 Výsledky Land use v námi sledovaných územích	120
5.3.1 Vývoj LAND USE na námi sledovaných územích	120
5.3.2 Podíl jednotlivých kategorií změn ploch na celkové ploše změny v katastrálních územích Bukovany a Samechov.....	128
5.3.3 Podíl stabilních ploch v katastrálních územích.....	128
5.3.4 Vyhodnocení databáze LAND COVER na námi sledovaných územích.....	129
5.4 Určení stáří stanovišť.....	133
5.5 Výsledky půdních dat.....	142
5.5.1 Popis sond.....	142
5.5.2 Vyhodnocení mocnosti humusového horizontu Ah a barvy v půdním profilu....	144
5.5.3 Vyhodnocení půdní reakce (pH) aktivní a výměnná.....	148
5.5.4 Vyhodnocení podílu půdní organické hmoty (SOM).....	159
6. Diskuze.....	168
7. Závěr.....	172
8. Zdroje a literatura.....	173
9. Přílohy.....	181

Seznam obrázků uvedených v textu:

Obr. č.1: Provázanost vazeb v krajině.....	10
Obr. č.2: Cykly ve vývoji zemědělské půdy za posledních 1000 let.....	11
Obr. č.3: Srovnání situace na Müllerově mapě a na současném ortofotu.....	16
Obr. č.4: Chybějící (nevyznačené) části III. vojenského mapování 1:25 000 na území ČR.....	22
Obr. č.5: Okolí vrchu Luzného a přechodu Modrý sloup na Šumavě mapa 1:25 000 List 4451/1 reambulované mapy z roku 1924, 7. vydání z roku 1938.....	24
Obr. č.6: Ukázka Císařského povinného otisku stabilního katastru 1:2 880.....	27
Obr. č.7: Náhled na čísla parcel bývalého pozemkového katastru.....	31
Obr. č.8: Výkaz ploch.....	35
Obr. č.9: Letecké snímky území Hradce Králové z let 1946 a 1991.....	40
Obr. č.10: Jednotlivé přechody mezi horizonty.....	52
Obr. č.11: Vliv vyššího množství SOM na retenci vody.....	55
Obr. č.12: Zjednodušená tvorba humusu a mineralizace.....	56
Obr. č.13: Rozložení SOC v různých půdních typech.....	62
Obr. č.14: Míra uvolňování jednotlivých elementů při různém pH z půdního roztoku a vztah pH reakce a koncentrace vodíkových iontů (H^+).....	64
Obr. č.15: Činnost žíhal.....	73
Obr. č.16: Chování ekosystému v rámci jeho vývoje.....	74
Obr. č.17: Rychlost dekompozice opadu střeoevropských druhů dřevin.....	77
Obr. č.18: Změna klimatu sledovaných oblastí dle Quittovy klimatické klasifikace a klasifikace z Atlasu podnebí ČR.....	87
Obr. č.19: Snímky z přípravy půdních vzorků před analýzami.....	109
Obr. č.20: Pufrační roztoky pro elektrodu a hodnoty pH elektrody při různých teplotách.....	110
Obr. č.21: Snímky z provádění pH měření.....	111
Obr. č.22: Suspenze půdního roztoku po třepání, využitá při pH měření.....	111
Obr. č.23: Snímky z provádění metody LOI.....	113
Obr. č.24: Skutečný stav stanovišť (č.3 a č.10) označovaných dle CLC v roce 2000 jako kategorie 2.4.3.....	130
Obr. č.25: Ukázka odchylky Müllerovy mapy Čech na příkladu vodních toků na našich územích.....	134
Obr. č.26: Bukovany, mapový list 4053/4 1:25 000, nereambulovaný, 8. vydání z roku 1942.....	136
Obr. č.27: Formy nadložního humusu.....	146

Seznam grafů uvedených v textu:

Graf č.1: Historický vývoj relativního zastoupení kategorií využití půdy v České republice.....	43
Graf č.2: Vývoj počtu obyvatel od 10. století na území českých zemí.....	44
Graf č.3: Porovnání výměry listnatých a jehličnatých dřevin dle jejich věkových stupňů.....	49
Graf č.4: Vliv teploty na míru rozkladu zakopané celulózy v kambizemních a podzolových půdách severního Německa.....	58

Graf č.5: Míra rozkladu hrabanky (v %) v kambizemi pod smíšeným bukovým lesem během 20 měsíců po vyloučení jednotlivých skupin půdních živočichů.....	59
Graf č.6: Závislost koncentrace Al na pH půdního roztoku.....	72
Graf č.7: Relativní zastoupení podílů kategorií využití půdy Op, Lp, TTP a ostatní plochy v letech 1993 – 2009.....	114
Graf č.8: Vývoj absolutní výměry orné půdy a lesních ploch v ha v letech 1993 – 2009.....	115
Graf č.9: Podíl ploch v katastru Bukovany a Samechov v roce 1845 a 2009.....	121
Graf č.10: Podíl ploch v katastru Bukovany a Samechov.....	122
Graf č.11: Relativní zastoupení jednotlivých složek stabilních ploch v katastrech Bukovany a Samechov v letech 1845 – 2009.....	129
Graf č.12: Mocnost humusového horizontu Ah na stáří plochy.....	144
Graf č.13: Přetrvávání bývalého orničního horizontu Ap v hloubce 12-15 cm v rámci stáří plochy na základě barevného porovnání dle hodnot Munsellovy tabulky.....	147
Graf č.14: Aktivní (H ₂ O) půdní reakce a výměnná (0,1 Mol KCl) půdní reakce v závislosti na stáří plochy.....	150
Graf č.15: Aktivní (H ₂ O) půdní reakce (pH) v hloubce 3-5 cm v závislosti na stáří plochy.....	151
Graf č.16: Aktivní (H ₂ O) půdní reakce (pH) v hloubce 12-15 cm v závislosti na stáří plochy.....	152
Graf č.17: Aktivní (H ₂ O) půdní reakce (pH) v hloubce 35-40 cm v závislosti na stáří plochy.....	153
Graf č.18: Výměnná (0,1 Mol KCl) půdní reakce (pH) v hloubce 3-5 cm v závislosti na stáří plochy.....	154
Graf č.19: Výměnná (0,1 Mol KCl) půdní reakce (pH) v hloubce 12-15 cm v závislosti na stáří plochy.....	155
Graf č.20: Výměnná (0,1 Mol KCl) půdní reakce (pH) v hloubce 35-40 cm v závislosti na stáří plochy.....	156
Graf č.21: Orientační nasycení bázemi v hloubce 35-40 cm.....	158
Graf č.22 a č.23: Závislost podílu (%) půdní organické hmoty (SOM) na stáří plochy.....	160
Graf č.24: Vliv zrnitostní frakce na podíl (%) SOM.....	161
Graf č.25: Závislost stáří plochy a podílu SOM na půdní reakci (pH) v hloubce 12-15 cm.....	162
Graf č.26: Závislost stáří plochy a podílu SOM na půdní reakci (pH) v hloubce 35-40 cm.....	163
Graf č.27: Závislost stáří plochy a podílu SOM na aktivní půdní reakci (pH H ₂ O) v hloubce 3-5 cm.....	165
Graf č.28: Závislost stáří plochy a podílu SOM na výměnné půdní reakci (pH 0,1 Mol KCl) v hloubce 3-5 cm.....	166
Graf č.29: Hodnoty Cox v závislosti na stáří plochy.....	167

Seznam map uvedených v textu:

Mapa č.1: Vymezení studovaných oblastí.....	79
Mapa č.2: Mapa a legenda Středočeského Plutonu dle Suka (in Röhlich <i>et al.</i> 1957) z roku 1956.....	81
Mapa č.3: Geologická mapa katastru Bukovany.....	83
Mapa č.4: Geologická mapa katastru Samechov.....	84

Mapa č.5: Povodí Sázavy.....	85
Mapa č.6: Digitální model terénu oblasti Bukovan a okolí.....	89
Mapa č.7: Digitální model terénu oblasti Samechova.....	90
Mapa č.8: Sklonové poměry sledovaných území Bukovan a okolí a Samechova.....	91
Mapa č.9: Vegetační charakteristika sledovaných oblastí.....	94
Mapa č.10: Lesotypologická mapa Bukovan a okolí.....	95
Mapa č.11: Lesotypologická mapa Samechova.....	96
Mapa č.12: Ohrožení lesních půd acidifikací a nutriční degradací.....	98
Mapa č.13: Překročení kritické zátěže dusíku.....	99
Mapa č.14: Půdní mapa Bukovan a okolí.....	102
Mapa č.15: Půdní mapa území Samechova.....	103
Mapa č.16: Mapa půdních druhů Bukovan a okolí.....	104
Mapa č.17: Mapa půdních druhů Samechova.....	105
Mapa č.18: Vymezení Středočeského Plutonu v dolním povodí Sázavy v rámci jednotek databáze LUCC.....	118
Mapa č.19: Vývoj území ležící ve Středočeském Plutonu v dolním povodí Sázavy podle dat z databáze LUCC.....	119
Mapa č.20: Mapa využití území v katastru Bukovany v roce 1845.....	123
Mapa č.21: Mapa využití území v katastru Bukovany v roce 2009.....	124
Mapa č.22: Mapa využití území v katastru Samechov v roce 1845.....	125
Mapa č.23: Mapa využití území v katastru Samechov v roce 2009.....	126
Mapa č.24: Vegetační pokryv Bukovan a okolí dle CORINE LAND COVER.....	131
Mapa č.25: Vegetační pokryv Samechova dle CORINE LAND COVER.....	132
Mapa č.26: Ortofoto Bukovan s výzkumnými lokalitami.....	139
Mapa č.27: Ortofoto Samechova s výzkumnými lokalitami.....	141

Seznam tabulek uvedených v textu:

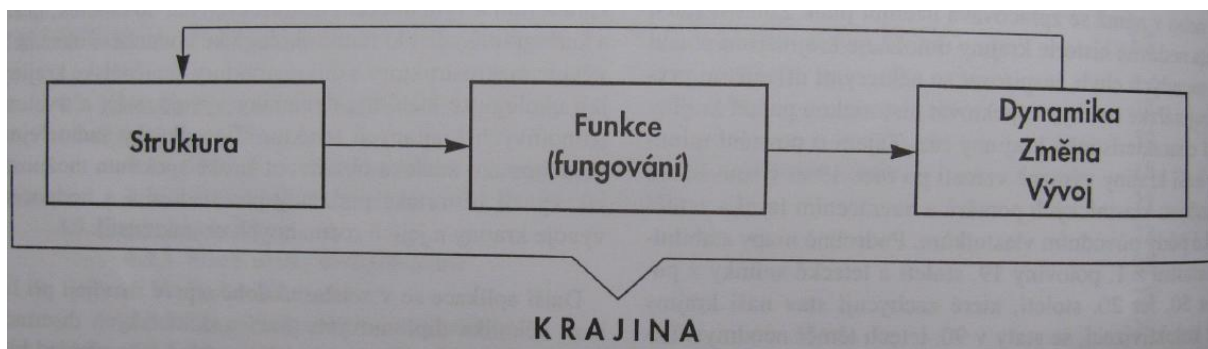
Tab. č.1: Míra změny v hektarech (ha) dle podílu kategorie využití území k celkové výměře.....	42
Tab. č.2: Vývoj rozlohy českých zemí.....	46
Tab. č.3: Porovnání ploch lesa ke stavu v roce 2004 zjištěných různými způsoby.....	48
Tab. č.4: Vývoj výměry lesních ploch v českých zemích v letech 1920 – 2004.....	48
Tab. č.5: Věkové rozpětí jednotlivých věkových stupňů.....	49
Tab. č.6: Hodnocení mocnosti humusového horizontu a hloubky půdy.....	53
Tab. č.7: Průměrné složení některých humusových látek a některých molekul obsažených v rostlinách.....	61
Tab. č.8: pH opadu.....	69
Tab. č.9: Obsah živin v asimilačních orgánech lesních dřevin.....	69
Tab. č.10: Složení opadu vybraných druhů lesních dřevin.....	70
Tab. č.11: Rozdělení humusových látek dle rozpustnosti.....	70
Tab. č.12: Poměr C/N opadu u různých druhů dřevin.....	76
Tab. č.13: Klimatické charakteristiky sledovaných území.....	88

Tab. č.14: Historická výměra katastrálních území.....	120
Tab. č.15: Relativní zastoupení kategorií využití území (v %) za katastr Bukovany a Samechov v letech 1845 a 2009 a ha výměra jednotlivých kategorií v roce 2009.....	121
Tab. č.16: Změny v uvedených územích v letech 1845 – 2009.....	127
Tab. č.17: Stanovení stáří zkoumaných stanovišť v oblasti Bukovany a okolí, kdy přešlo ve využití lesa.....	138
Tab. č.18: Stanovení stáří zkoumaných stanovišť v oblasti Samechova, kdy přešlo ve využití lesa.....	140
Tab. č.19: Těsnost vztahu porovnávaných veličin - regresní koeficient.....	149
Tab. č.20: Kategorie pH.....	149
Tab. č.21: Těsnost vztahu porovnávaných veličin - regresní koeficient.....	159

1. Úvod a cíle

Půda je důležitým prvkem v systému krajiny. Struktura, funkce a dynamika krajiny jsou úzce provázané systémem zpětných vazeb.

Obr. č.1: Provázanost vazeb v krajině



Zdroj: LIPSKÝ (2000)

Dynamika, vývoj a změny krajiny mají různé časové a prostorové dimenze. Každá krajina se vyvíjí a mění, časové dimenze a charakter těchto změn jsou však velmi rozdílné.

Je patrné, že krajina jako otevřený systém je výsledkem působení řady přírodních a antropogenních činitelů. Přírodní krajina se vyvíjela výhradně pod vlivem přírodních činitelů. V kulturní krajině k nim přistupuje se svou činností člověk, který se stává rozhodujícím, nejdynamičtějším krajino tvorným činitelem. Antropogenní procesy působí ve srovnání s většinou přírodních procesů velmi rychle, v krátkých časových intervalech.

Při sledování historických změn v krajině v časových horizontech desítek až stovek let tak vlastně sledujeme změny způsobené výhradně lidskou činností. Antropogenní procesy mění vzhled, strukturu a funkce krajiny přímo (povrchová těžba, výstavba, orba, kácení lesa – obecně přímé disturbance) nebo nepřímo ovlivněním intenzity a průběhu přírodních procesů (eroze, vodního režimu, sukcese, pedogeneze, produkce biomasy, koloběhu látek a toku energie).

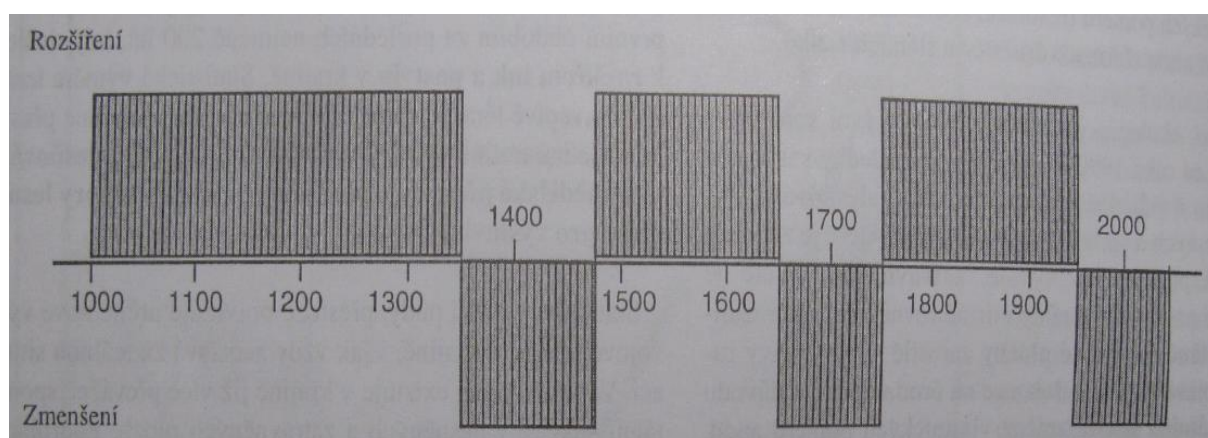
Využívání krajiny mění její základní vlastnosti a charakteristiky. Těmito změnami jsou myšleny nejen změny krajinné struktury ekologické stability, typu krajiny a krajinného rázu, ale i diverzita průběhu biotických a abiotických procesů.

Změny v krajině struktuře, kupříkladu rozorání travních porostů či výrazné zvětšení zemědělských pozemků, mají vliv na průběh erozních procesů, retenční schopnost krajiny či odtokový potenciál.

Mnoho autorů často opomíjí půdu a časovou dynamiku půdního prostředí jako hlavní hnací motor uváděných změn, které mají velký podíl na vybraných charakteristikách krajiny (vlhkostní potenciál, diverzita rostlin a další).

Využití půdy (Land use), které je historicky velmi proměnlivé a dynamické, tvoří vrstvu sekundární krajinné struktury, která se dominantně fyziognomicky projevuje ve vzhledu kulturní krajiny a krajinného rázu. Vývoj jejich cyklů souvisí se společenskými a technologickými změnami. Jak zmiňuje LIPSKÝ (2000), výrazný nárůst počtu obyvatel souvisí s rozšiřováním obdělávané půdy. Období snížení výměry obdělávané půdy koresponduje s úbytkem obyvatelstva. Příčinou současného snižování je mimo celkového mírného snižování počtu obyvatel Evropy převážně fakt nadprodukce potravin v důsledku pronikavého zvýšení produktivity zemědělské výroby včetně hektarových výnosů po roce 1950.

Obr. č.2: Cykly ve vývoji výměry zemědělské půdy v Evropě za posledních 1000 let



Zdroj: LIPSKÝ (2000)

Od 30. let 20. století na našem území roste podíl lesa, který se významně podílí na snižování podílu zemědělské, zejména orné půdy.

Po změně politických poměrů tento trend neustále pokračuje také od 90. let 20. století až po současnost a přidává se k němu rovněž růst plochy trvale travních porostů. LIPSKÝ (2000) uvádí, že útlum českého zemědělství počítal s 15% snížením zemědělského půdního fondu ze zemědělského využívání již v roce 1992. Současně probíhající i v blízké době očekávané změny v naší krajině musí být nahlíženy v kontextu evropského vývoje, kde

v podmínkách nadprodukce potravin a nerentabilnosti jejich produkce dochází v Evropě k poklesu výměry orné půdy.

V této práci se snažíme postihnout příčinný vztah charakteristik půd a jejich využití, resp. snažíme se posoudit, kdy může být půda vhodným indikátorem změn v krajině, která prodělala konkrétní změnu ve využití území.

Tato práce má za cíl:

- identifikovat změny vybraných půdních znaků a vlastností v kontextu časové dynamiky transformace kategorie využití půdy: **orná půda (pole) - les**
- porovnat dynamiku změn půdního prostředí v hloubkách, které prošly zemědělskou kultivací, dále také změny v hloubkách, kde nedošlo k zemědělské kultivaci a půdní změny v hloubkách, kde se půdní prostředí zcela nově vytvořilo.
- popsat a vyhodnotit zdroje pro zjišťování změn Land use

Hypotézou je existence identifikovatelných změn některých půdních charakteristik v kontextu časového rozmezí 0 – 200 let po ukončení zemědělské činnosti. Mezi tyto půdní charakteristiky, které lze jednoduše vyhodnotit, patří např. barva, půdní reakce (pH) a obsah půdní organické hmoty (SOM).

2. Literární prameny

2.1 Land use

Vzhled krajiny se neustále mění, s rozvíjející se lidskou společností se však změny staly větší a znatelnější. Během 19. a 20. století prošla naše krajina v důsledku ekonomických, politických i sociálních proměn překotnými změnami, které se odrazily v jejím využití.

Termín Land use vyjadřuje funkční členění daného území podle kategorií ploch, které se odvozují od způsobu využití určité plochy (země). V naší literatuře se většinou užívá anglický pojem „Land use” (zkratka LU), přičemž se postupně prosazuje jeho české synonymum „využití ploch“ jako v geografii nejvýstižnější a nejuniverzálnější pojem. Méně se užívají překlady: „využití země“, „využití půdy“, „využití krajiny“ nebo „využití půdního fondu“. Pojem „využití země“ se užívá hlavně v krajinné ekologii, „využití půdy“ v geografii. Je však poněkud nepřesný, neboť ne všechny plochy jsou půdou jako takovou (srov. vodní, zastavěné, ostatní plochy) (BIČÍK, ústní sdělení).

Přes uvedené výtky, je v práci velmi často užíváno pojmů „využití země“, „využití ploch“ a „využití půdy“. Zastavěným, vodním a ostatním plochám je věnována menší část této práce. Majoritní podíl má půda jako taková, myšlená převážně jako orná půda (Op), lesní plochy (Lp) a trvale travní porost (TTP).

Následující stránky se snaží shrnout dostupné zdroje sledující vývoj Land use, historický vývoj Land use kategorií a současný podíl a stav lesa na území České republiky.

2.1.1 Zdroje sledování změn v krajině a využití území

Vývoj sledování změn krajiny na území České republiky umožňuje řada dostupných podkladů¹ sahajících až do počátku 18. století, kdy vznikla Müllerova mapa Čech a Moravy pokrývající v jednotné podobě celé naše území.

Dalšími kartografickými díly, které je třeba zmínit, je soubor map z I., II. a III. vojenského mapování z 18. a 19. století, vojenské topografické mapování z 50. a 60. let 20. století a další.

K nejvýznamnějším podkladům pro studium vývoje krajiny však patří mapy a soupisy stabilního katastru z 1. poloviny 19. století, jež jsou i ve světovém měřítku ojedinělým dílem. Tyto mapy měly zajistit zejména zjištění výměry pozemků a jeho využití vedoucí k přesnějšímu výběru daní, ale byly využívány také pro technické a administrativní účely (SPAZIEROVÁ 2008).

¹ Pozn. = Je nutné zde zmínit stránku - <http://www.staremapy.cz/>, kde jsou uváděny i jiné historické zdroje a dále stránky projektu Oldmaps online - <http://help.oldmapsonline.org/>

Díky pečlivé evidenci údajů o využití půdy máme možnost detailního rozboru vývoje krajiny Českých zemí za posledních více než 160 let. Od 70. let se u nás začínají objevovat studie o vývoji využití krajiny, které tuto evidenci využívají, ale zatím se většinou zaměřovaly na zpracování dat za celá katastrální území. S nástupem geografických informačních systémů (GIS) se naskytla možnost efektivně analyzovat i mapové² podklady, čili všimnout si také struktury krajiny a prostorových vztahů ve vývoji ploch (MAREŠ 2000).

2.1.1.1 Historická topografická mapování

Mapy historických a současných českých zemí, tj. Čech, Moravy a české části Slezska, vznikaly pravděpodobně již na počátku 2. tisíciletí, jak vyplývá z některých písemných pramenů³. První zachované mapové památky se však objevují až v průběhu 16. a 17. století a to jako díla kartografů – jednotlivců, kteří vzhledem k vysoké výpovědní hodnotě těchto map museli nutně vycházet ze starších mapových zdrojů (HAVLÍČEK 2009)

Do začátku 18. století to jsou mapy malých měřítek většinou < 1:400 000, jak uvádí MIKŠOVSKÝ, ZIMOVÁ (2006), mezi které patří mapy jako např. Klaudyánova mapa Čech (1518), Crigingerova mapa Čech (1568) (1:288 000), Fabriciova mapa Moravy (1569), Aretinova mapa Čech (1619), mapa Moravy J.A.Komenského (1624), Stichova mapa (1676) a Vogtova mapa (1712).

Pro sledování nejstarších změn využití krajiny, opomineme-li např. pylové analýzy nebo starší mapy malých měřítek, nám slouží díky svému měřítku, mapovanému podkladu i ve své době dobré polohové přesnosti mapové podklady Müllerových map (1:132 000) z počátku 1. poloviny 18. stol. a dále z 2. poloviny 18. stol. mapy I. vojenského mapování (1:28 800).

Začátkem 18. století končí etapa tvořících jednotlivců. Kartografie se začíná spojovat s geodezií a vzniká nový obor zeměměřičství. Toto období se označuje za reformu kartografie. Státní kartografie si svými požadavky vynutila potřebu vytvoření podrobné topografické mapy⁴, která by zmapovala celé státní území. Proto vznikají týmy odborníků, které jsou

² mapa - zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, kosmu, kosmických těles nebo jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografických zobrazení), ukazující prostřednictvím metod kartografického znázorňování polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně-ekonomických a technických objektů a jevů (VÚGTK 2005-2010)

³ kronika děkana pražské kapituly Kosmase ze začátku 12. století, která uvádí geografický obraz Čech obklopených horami

⁴ topografická mapa = mapa zpravidla středního měřítká, která přehledným způsobem kartografického znázornění předmětů šetření (př. plocha, stromy,...) a měření a jejich generalizací nebo zdůrazněním poskytuje dobrou všeobecnou orientaci v daném území a která zobrazuje

školené a placené státem. Tyto týmy měly za úkol topografické a katastrální mapování, které se dále využívalo ve vojenství a pro daňovou politiku. Začínají se používat modernější postupy, jako např. budování a zdokonalování geodetických výškových a polohových základů a astronomická měření (HAVLÍČEK 2009).

Z takto vzniklých map je možné čerpat cenné informace. Je to např. změna krajiny během jednotlivých mapování až do současnosti, změna v názvosloví jednotlivých sídel, řek a pohoří. Z přesnosti map lze zaznamenávat i pokrok v kartografické technice a matematice. HAVLÍČEK (2009) mezi těmito topografickými mapováními před 2. světovou válkou uvádí:

- Müllerovo mapování (1708 - 1720)
- I. Vojenské mapování, které se zároveň nazývá i Josefské (1763 - 1787)
- II. Vojenské mapování, nazývané současně i jako Františkovo (1807 - 1869)
- III. Vojenské mapování (1870 - 1883)
- Prozatimní vojenské mapování (1923 - 1933)
- Definitivní vojenské mapování (1934 - 1938)

2.1.1.1 Müllerovo mapování (1708 - 1720)

České země (Čechy, Morava a Slezsko) byly historicky velmi podrobně mapovány. Opomeneme-li mapy velkých měřítek a regionální mapy malých území, či panství, jsou nejstaršími mapami, mapující podrobně přesně stav a strukturu krajiny našeho území, mapy od Jana Kryštofa Müllera⁵.

Müllerovy mapy jsou bezesporu výjimečným kartografickým dílem. Jejich autor dokázal získat, zaznamenat, zpracovat a zobrazit informace o zemském povrchu velkého rozsahu, a to vše na svou dobu v nejvyšší kvalitě (CAJTHAML, KREJČÍ 2007).

Mezi jeho nejznámější a nejpodrobnější díla patří mapa Moravy, tištěná v roce 1716 na 4 mapových listech v měřítku cca 1:180 000. Mapování pro Moravu probíhá v letech 1708 – 1712. Johann Wolfgang Müller však vytvořil ještě podrobnější mapu a tou je Müllerova mapa Čech, tištěná v roce 1723 na 24 mapových listech v měřítku cca 1:132 000. Mapování pro Čechy probíhá v letech 1712 – 1717 pro Čechy. Od roku 1717 až do své smrti v roce 1721 pracuje Johann Wolfgang Müller na revizích. Přípravovanou mapu Slezska zpracovává Johann Wolfgang Wieland (CAJTHAML, KREJČÍ 2007).

věrně skutečný stav zemského povrchu (VÚGTK 2005-2010)

⁵ německým jménem Johann Christoph Müller

Při své práci Müller měřil vzdálenosti pomocí měřicího kola, tzv. vitoria, připojeného za vůz, směry určoval pomocí buzoly a astronomická měření prováděl pomocí velkého astronomického kvadrantu. Müllerovo kartografické dílo se dá považovat za nejrozsáhlejší a nejlépe zpracované, které bylo vytvořeno jedincem. V podstatě je toto dílo překonáno až „státním“ I. vojenským mapováním (CAJTHAML, KREJČÍ 2007).

Vzhledem k poměrně velkému měřítku (cca 1:132 000) a v důsledku pravděpodobné velké generalizace ploch je Müllerova mapa, co se týče krajinných změn v území vhodná pro porovnávání velkých lesních ploch. Dále jsou rozlišitelné vinice a velmi dobře komunikace. Bohužel nemůžeme rozlišovat plochy trvalých travních porostů a polí odděleně, pro ty zde není žádné kartografické znázornění. Dále dobře mapa slouží pro kvantitativní a plošné zhodnocení vodních ploch. Nejlépe mapa slouží pro porovnávání různých sídelních soustav a jejich využití, které zde mají bohaté zastoupení. K porovnání krajinných změn v území se současností se musí mapa transformovat do souřadnicových systémů, nejlépe podle různých transformací. Transformacemi se dlouhodobě zabývá Katedra mapování a kartografie Českého vysokého učení technického v Praze (ČVUT).

CAJTHAML, KREJČÍ (2007) uvádí za identifikovatelné topografické body v mapě porovnatelné se současností např. středy hrazených měst (s hradbami) (viz obr.č.3). Jak dále tuto autoři uvádí, bylo využito afinní transformace a transformace spline. Tým vedeným těmito autory byla upřednostněna spline transformace odpovídající současnému stavu.

Obr. č.3: Srovnání situace na Müllerově mapě a na současném ortofotu



Zdroj: CAJTHAML, KREJČÍ (2007)

Přestože je Müllerova mapa vytvořená pouze jedním člověkem, dosahuje při tehdejších možnostech vysoké polohové přesnosti. HAVLÍČEK (2009) uvádí pro celou Müllerovu mapu Čech odchylku 2460 metrů. Müllerova mapa je velmi ceněným dílem nejen kartografickým, ale také uměleckým.

Mapa Čech i Moravy je dostupná např. na stránkách projektu Prezentace starých mapových děl z území Čech, Moravy a Slezska, které zpravuje a je také autorem kompletace děl Laboratoř geoinformatiky Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (UJEP):

- http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?z_height=700&lang=cs&z_width=1200&z_newwin=1&map_root=mul

Dále je mapa dostupná na mapovém portálu Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického (VÚGTK) :

- <http://mapy.vugtk.cz/pages/index.php?rs=2>

Mapa je uložena i v Mapové sbírce Historického ústavu Akademie věd ČR a v digitální podobě je k dispozici i na CD-ROM, zpracovaném ústavem v rámci grantového projektu Grantové agentury ČR 404/00/1706

Pro dostatečně přesné dokumentování vývoje krajiny je však nutné pracovat s topografickými mapami středních měřítek. Do dnešní doby se ukazuje ideálním měřítkem pro takové mapování 1:25 000. První souvislé mapování našich zemí v podobném měřítku sahá do druhé poloviny 18. století (CAJTHAML, KREJČÍ 2008).

2.1.1.1.2 Vojenská historická topografická mapování

Následující popis mapování je přebírán z textů CAJTHAML, KREJČÍ (2008), CHODĚJOVSKÁ (2010), KOSTKOVÁ, ŘÍMALOVÁ (2006), <http://oldmaps.geolab.cz> (2010) -, ŠÍMA (2009) - <http://krovak.webpark.cz/index.htm>.

I. vojenské mapování (Josefské) (1763 – 1768)

Po prohrané sedmileté válce (1756-1763), ve které se využívalo zejména Müllerových map, nařídila císařovna Marie Terezie nové podrobné mapování rakousko-uherské monarchie. Celé území habsburské říše bylo zmapováno ve velice krátkém čase 23 let (1763-1785). Toto první vojenské mapování je často nazýváno jako "josefské", neboť bylo dokončeno za vlády syna Marie Terezie Josefa II.

Na tehdejší dobu bylo zvoleno velkoryse velké měřítko 1:28 800. Celé naše území bylo zmapováno v letech 1763-1768. Podkladem byly Müllerovy mapy, zvětšené do měřítka 1:28 800. Tento podklad samozřejmě nemohl svou přesností vyhovovat a byla tak popřena základní zásada tvorby map – bylo odvozováno z velkého měřítka do malého.

Krajinu mapovali vojenští důstojníci především odhadem, případně krokováním, pouze minimálně pomocí měřického stolu. Důstojníci vojenské topografické služby projížděli krajinu na koni a mapovali metodou "a la vue", tzv. "od oka", tj. pouhým pozorováním v terénu. Jeden důstojník za léto zmapoval až 350 km². Před mapováním nebyla z finančních a

časových důvodů vybudována síť přesně a astronomicky určených trigonometrických⁶ bodů. Proto pokusy o sestavení přehledné mapy monarchie, bez její kvalitní geometrické kostry, skončily neúspěšně. Kresba nešla jednoznačně napojit, bortila se, či překrývala.

Mapa nicméně obsahuje všechny důležité prvky polohopisu. Výškopis byl znázorněn lavováním a nepravými sklonovými šrafy. Velká pozornost byla věnována komunikacím (rozlišeny podle sjízdnosti - císařské silnice aj.), řekám, potokům i umělým strouhám, využití půdy (orná půda, louky, pastviny atd.) i různým typům budov - kostely, mlýny. Díky barevnému rozlišení jednotlivých složek (mapy byly ručně kolorovány) je lze snadno identifikovat. Na mapě lze snadno identifikovat les, vodní plochu, zástavbu, komunikaci, poté zřejmě louku u vodních ploch. Ta je zobrazena zelenou barvou. Pole je však odlišitelné v mnoha případech obtížněji, jelikož k jeho světle žluté se přidává pravděpodobně pastvina odstínu trochu tmavším. Otázkou je, zda jde o pastvinu nebo zda je tato barva pouze jiným odstínem pro pole.

Kartografické zpracování probíhalo v zimním období, kdy byly polní elaboráty převedeny do obdélníkových mapových listů a nalepeny na plátno. Současně s kresbou map vznikal vojensko-topografický popis území obsahující informace, které v mapě nebyly – šířka a hloubka vodních toků, stav silnic a cest, zásobovací možnosti obcí, aj. Tento materiál jen pro území Čech sestává z 19 rukopisných svazků. Na okraji každého listu je seznam obcí a kolonky pro doplnění počtu obyvatel, koní apod. Na některých listech tato čísla chybí, můžeme je však najít ve výše zmíněném vojensko-topografickém popise.

Území Čech je pokryto 273 listy a 19 svazky popisu, Morava je na 126 listech a 4 svazcích popisu, Slezsko bylo zobrazeno na 40 mapových listech.

Vzhledem k nedokonalosti map, která se projevila ve válkách s Pruskem v letech 1778 – 1779, nařídil císař Josef II. rektifikaci mapových listů severu země. Při rektifikaci se ukázalo, že bude nutné provést prakticky nové mapování.

Kvalitní obsah map je degradován velmi hrubou zeměpisnou orientací a velkými polohovými deformacemi. Již koncem 18. století zkrachovaly veškeré pokusy o sestavení souvislé mapy celé monarchie. Nedostatky těchto map se naplno projevily v napoleonských válkách. HAVLÍČEK *et. al* (2008) uvádí odchylky k S-JTSK⁷ naměřené Laboratoří geoinformatiky UJEP 400 – 700 m.

⁶ trigonometrická síť - trojúhelníková síť směrově nebo úhlově, popř. i délkově zaměřená, se stabilizovanými vrcholy; je jednou z geodetických sítí

⁷ S-JTSK - Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální, závazný geodetický referenční systém na celém území státu, definovaný Besselovým elipsoidem, Křovákovým konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze a souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí (VÚGTK 2005-2010)

Význam I. vojenského mapování však na druhé straně spočívá nejen v jeho podrobnosti, měřítku a téměř vyčerpávajícím písemném operátu⁸, ale též ve spojení s dobou jeho zhotovení. Zachycuje území Čech, Moravy a Slezska jako celek v době před nástupem průmyslové revoluce, v době největšího rozkvětu kulturní barokní krajiny a její nejvyšší diverzity. Toto vojenské mapování je na našem území zcela kompletní.

Toto mapování je dostupné pomocí aplikace Zoomify na stránkách projektu:

Prezentace starých mapových děl z území Čech, Moravy a Slezska, které zpravuje a je také autorem kompletace děl Laboratoř geoinformatiky UJEP.

- http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?z_height=700&lang=cs&z_width=1200&z_newwin=1&map_root=1vm

II. vojenské mapování (Františkovo) (1836 – 1852)

Na počátku 19. století bylo zřejmé, že monarchie potřebuje novou topografickou mapu. Ta musela být založena na souvislé astronomicko-trigonometrické síti, která umožňovala přesné mapování. Tato síť začala být budována v roce 1806 na základě nařízení císaře Františka I. (podle něho tedy “Františkovo” mapování). Tato trigonometrická síť počítala s jedinou souřadnicovou soustavou v příčném válcovém zobrazení s nezkreslenými kartografickými poledníky (Cassini-Soldnerovo) pro celou monarchii s počátkem ve Vídni. Část území monarchie byla zmapována skutečně se základem v této síti (např. Dolní a Horní Rakousy). Mapovalo se převážně metodou měřického stolu, opět v měřítku 1:28 800. Podstatné zjednodušení přinesl císařův patent z roku 1817, kterým byl zřízen Stablní katastr (viz kapitola 2.1.1.1.3)

Mapování na našem území probíhalo v letech 1836-1852. V Čechách vzniklo 267 mapových listů, na Moravě a ve Slezsku 146 listů. Jeden mapový list představoval čtvercové území o hraně dvou rakouských mílí (15,17 km). Mapy jsou na svou dobu neobyčejně přesné. Zachyceny jsou všechny významné prvky polohopisu. Bohužel, výškopis byl zpracován pouze Lehmannovou šrafurou a výškovými kótami jen na trigonometrických bodech. Tím, že byl použit pravidelný klad listů, bylo možné vytvářet mapy menších měřítek odvozením.

Současně se zpracovávaly vojenské popisy, obsahující geografické informace o jednotlivých provinciích.

⁸ písemný operát - 1: v evidenci nemovitostí soupis parcel, evidenční listy, listy vlastnictví, seznam uživatelů a vlastníků, rejstřík uživatelů a vlastníků, seznam domů a výkaz změn

2: v pozemkovém katastru rejstřík parcel, parcelní protokol, pozemnostní archy, seznam pozemnostních archů, rejstřík držitelů, seznam parifikační půdy a záznam změn (VÚGTK 2005-2010)

Obsah mapy je v podstatě totožný s I. vojenským mapováním, přidány byly pouze výšky trigonometrických bodů (ve vídeňských sázích), avšak zobrazovaná situace se velmi liší.

Mapy II. vojenského mapování vznikaly v době nástupu průmyslové revoluce a rozvoje intenzivních forem zemědělství, kdy vzrostla výměra orné půdy za 100 let o 50% a lesní plochy dosáhly u nás historicky nejmenšího rozsahu.

Mapy II. vojenského mapování jsou nejstaršími topografickými mapami, které je možné v důsledku velmi přesné trigonometrické sítě využít pro sledování vývoje krajiny.

Odchylky od S-JTSK se pohybují mezi 10-15m (HAVLÍČEK *et al.* 2008).

Toto vojenské mapování je na našem území nejvíce zveřejňováno a je zcela kompletní.

Toto mapování je dostupné pomocí aplikace Zoomify na stránkách projektu:

Prezentace starých mapových děl z území Čech, Moravy a Slezska, které zpravuje a je také autorem kompletace děl Laboratoř geoinformatiky UJEP.

- http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?z_height=700&lang=cs&z_width=1200&z_newwin=1&map_root=2vm

Dále je II. vojenské mapování k nahlédnutí na vyhledávači SEZNAM.CZ pod:

- <http://www.mapy.cz/?query=#mm=PA@x=135822336@y=135170048@z=10>

Georeferencované⁹ II. vojenské mapování s možností zobrazení přes GIS server na geoinformačních systémech jej uvádí Česká informační agentura životního prostředí (CENIA) na:

- <http://geoportal.cenia.cz>

III. vojenské mapování 1874 – 1880

Jelikož Františkovo mapování již nestačilo požadavkům armády rakouské monarchie na přesné a hlavně aktuální mapy, r. 1868 rakouské ministerstvo války rozhodlo o mapování novém.

Důvody k zahájení III. vojenského mapování byly především nepříznivé zkušenosti s mapami II. vojenského mapování v prusko-rakouské válce (1866) a také rozvoj industrializace.

⁹ georeferencování - geometrická transformace analogové mapy nebo obrazu do příslušného kartografického zobrazení, v kterém je digitální mapa, sloužící pro přichycení „tzv. georeferenčních bodů“

Byly to především požadavky dělostřelectva na přesné mapy, roli však hrála i nastupující industrializace, výstavba silnic, železnic, továren či splavňování řek.

Změněno mělo být zejména zobrazení výškopisu, který byl velmi nevyhovující. Jeho podkladem se staly katastrální mapy Stablního katastru. Oproti II. vojenskému mapování je vylepšeno znázornění výškopisu – nejen šrafami, ale také vrstevnicemi a kótami.

Významné body se kótovaly¹⁰ (kostely, křižovatky, soutoky vod, vrcholy hor, sedla atd.)

Výškopis je zobrazen vrstevnicemi po 20 m, někde i po 10 m. Po přestupu na dekadickou míru v roce 1875 bylo měřítko stanoveno na 1:25 000.

Mapování na našem území probíhalo v letech 1874 – 1880, což znamenalo, že za rok bylo změřeno přibližně 400 km² včetně hornatých terénů, které neměly katastr. Originály topografických sekcí byly barevné, později rozmnožovány fotograficky a fotolitograficky již pouze černobíle. Oproti II. vojenskému mapování se velmi zdokonalilo zobrazení reliéfu a komunikací.

Polohopis si udržel svojí přesnost, zlepšeno bylo vyjádření výškopisu. Vrstevnice však nebyly příliš přesné. Přesto je třetí vojenské mapování velmi významné, neboť bylo využíváno v obou světových válkách a až do roku 1953 bylo jediným dílem pokrývajícím celé území bývalého Československa.

Území dnešní České republiky bylo mapováno nesouvisle: v letech 1874 – 1875, kdy v souvislosti s mapováním okolí Vídně ve větším měřítku (1:12 500) byly mapovány malé oblasti na jižní Moravě, dále 1876 – 1877 východní Morava a následně v letech 1877 – 1878 zbytek Moravy a Čechy až po pražský poledník a 1878 – 1879 západní hranice Čech, horské oblasti na hranicích s dnešním Německem a až 1879 – 1880 zbytek českého vnitrozemí (CHODĚJOVSKÁ 2010).

Na základě Saint-Germainské mírové smlouvy byly všechny originály topografických sekcí pro československé státní území předány Vojenskému zeměpisnému ústavu v Praze. Dlouho byly mapy nezvěstné, až v 90. letech 20. století byla velká část souboru objevena (CHODĚJOVSKÁ 2010).

V rámci projektu Prezentace starých mapových děl z území Čech, Moravy a Slezska byly mapy zdigitalizovány a Laboratoří geoinformatiky UJEP umístěny na web pomocí aplikace Zoomify (234 sekcí).

Toto mapování je dostupné pomocí aplikace Zoomify na stránkách:

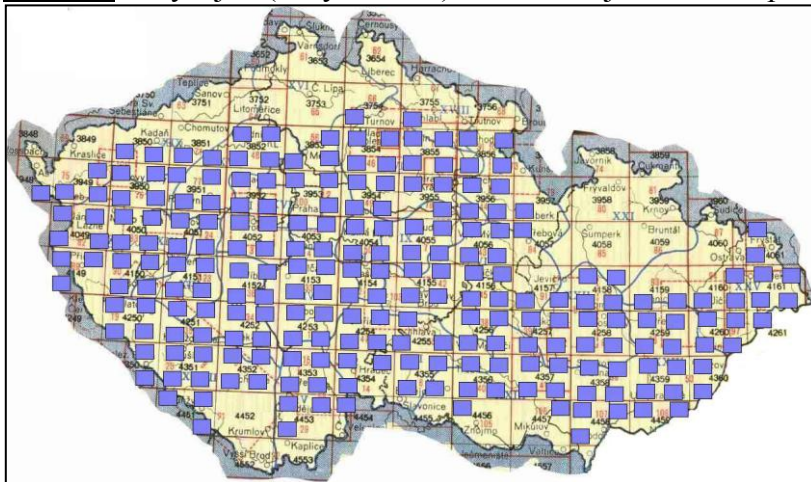
¹⁰ kótování - vyznačování kót (délkových, výškových) na mapě, výkresu nebo náčrtu

kóta - číslo vyjadřující požadovaný, popř. skutečný rozměr a polohu předmětu bez ohledu na měřítko, ve kterém je obraz předmětu nakreslený; výšku vyjadřuje výšková kóta (VUGTK 2010)

- http://oldmaps.geolab.cz/map_region.pl?z_height=700&lang=cs&z_width=1200&z_newwin=1&map_root=3vm&map_region=25

Autoři uvádí neúplnou kolekci tohoto mapování (viz obr.č.4). Zbylé mapové listy se nepodařilo zatím dohledat.

Obr. č.4: Chybějící (nevyznačené) části III. vojenského mapování 1:25 000 na našem území



Zdroj: <http://oldmaps.geolab.cz/img/IIIvm.jpg>

Jedním z hlavních problémů je období industrializace, které mapují mapy III. vojenského mapování (1876 – 1880). Všechny barevné topografické sekce III. vojenského nejsou však doposud na našem území kompletní, HAVLÍČEK *et al.* (2008) uvádí 137 chybějících barevných sekcí, přestože byly všechny zmapovány.

Vyvstává proto velká časová mezera (více jak 100 let) mezi obdobím II. vojenského mapování (1836 – 52) a obdobím od 20. lét 20. stol. do r. 1950 na velkém území našeho státu zejména na území Krušných hor, Libereckého kraje, Českého středohoří, Jeseníků, oblastí mezi Českým Krumlovem a Českými Velenicemi, Znojmem a Mikulovem, dále chybějí mapové sekce Prahy a další.

Uvedená špatná situace lze řešit pouze dohledáním černobílých fotokopií, které byly používány pro mapování ve 20. letech 20. stol. HAVLÍČEK *et al.* (2008) uvádí, že po dohledání těchto fotokopií již chybí pouze 17 topografických sekcí, avšak autor dále dodává značně problematickou interpretaci černobílých verzí.

Prozatímní vojenské mapování (1923 – 1933)

V meziválečném období bylo souběžně s reambulací třetího vojenského mapování zahájeno nové „prozatímní vojenské mapování“. Probíhalo v letech 1923-1933 v Benešově kuželovém zobrazení v normální poloze v hlavním měřítku 1 : 20 000. Měřeno bylo většinou stolovou metodou, avšak práce postupovaly pomalu a zmapováno bylo pouze 3% území ČSR.

Definitivní vojenské mapování (1934 – 1938)

Po zavedení souřadnicového systému S-JTSK následovalo „definitivní vojenské mapování“ v letech 1934 – 1938 ve stejném měřítku. Do počátku války bylo zmapováno 7% území ČSR. Mapy byly čtyřbarevné, vyvedení polohopisu a popisu bylo černě, lesů zeleně, vodstva modře a vrstevnic v intervalu 5 m hnědě.

Obě tato mapování mohou být využita pro výzkum vývoje krajiny pouze v malé části našeho území.

Třetí vojenské mapování naopak patří k nejlepším zdrojům informací o krajině v době industrializace koncem 19. století pro celé naše území.

Reambulace III. vojenského mapování

Po I. světové válce (1914 – 1918) bylo toto mapové dílo převzato nově vzniklým Vojenským zeměpisným ústavem (VZÚ) a reambulováno¹¹. Opraveno bylo zejména názvosloví (z německého a maďarského na české) a dále zákres vrstevnic CAJTHAML, KREJČÍ (2008).

Originály topografických sekcí III. vojenského mapování byly barevné, později rozmnožovány fotograficky a fotolitograficky¹² již pouze černobíle (CHODĚJOVSKÁ 2010).

Nebyly však reambulovány všechny mapové listy a i pravděpodobně nemalá část mapových listů je vyobrazena příliš sytou černou barvou, která byla používána při ofsetu, což velmi stěžuje interpretaci.

Obdobným způsobem jako v Československu bylo základní mapové dílo III. vojenského mapování využíváno i v dalších nástupnických státech Rakousko – uherské monarchie, např. v Rakousku a v Maďarsku (KOSTKOVÁ, ŘÍMALOVÁ 2006).

Mapy reambulované i nereambulované III. vojenského mapování po roce 1919 jsou v současnosti dostupné na ČÚZK buď jako analogové mapy¹³ nebo jako digitální¹⁴ obrazový formát v elektronické podobě, který můžeme na obchodním portálu objednat a zakoupit ve formátu .JPG.

Níže uvádíme adresu, kde lze data prohlédnout a objednat:

¹¹ reambulace - jednorázové vyšetření, zaměření a zobrazení změn předmětů měření a šetření do dané mapy (VÚGTK 2005-2010)

¹² fotolitografie - výroba tiskových forem pro kamenotisk a ofset fotografickou cestou
ofset - tisk.technika tisku z plochy přenášením obrazu na papír přes pryžový přenášený válec, přenosný tisk, touto technikou tištěný obraz) fotografickou cestou

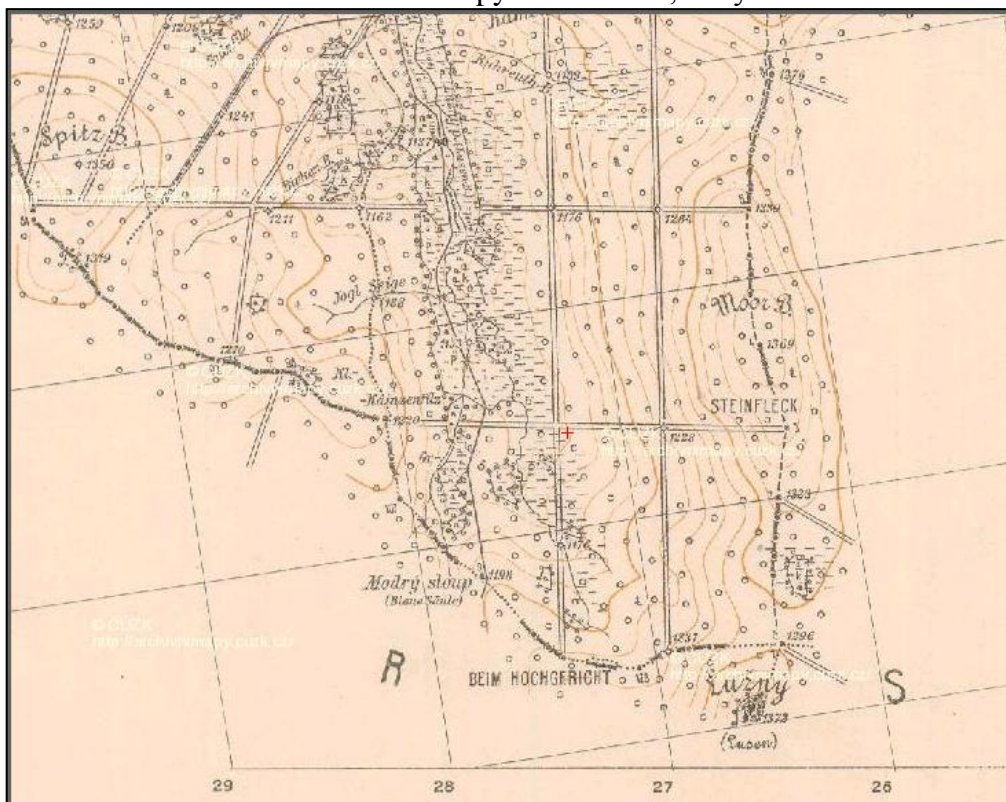
¹³ analogová mapa - grafický záznam mapy vyjádřený fyzikální veličinou na fyzikálním podkladě (čáry a značky na papíře, plastové fólii apod.) (VÚGTK 2005-2010)

¹⁴ digitální - digitální záznam obsahu a konstrukčních (případně jiných) prvků mapy, které je možno vizualizovat a zpracovávat pomocí počítačového systému (VÚGTK 2005-2010)

- http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/data/topo/topo_main_07_index.html

Po výběru libovolného katastru jsou ve spodní liště zobrazeny všechny mapové listy a zdarma je možné stáhnout legendu k III. vojenskému mapování. U reambulovaných mapových listů je legenda zobrazena v jednom z listů.

Obr. č.5: Okolí vrchu Luzného a přechodu Modrý sloup na Šumavě mapa 1:25 000 List 4451/1 reambulované mapy z roku 1924, 7. vydání z roku 1938



Zdroj: http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/data/topo/4451/4451-001_index.html

Vojenské topografické mapování (TM) Československa po r. 1945

Historie moderní a soudobé vojenské topografické mapy začíná v 50. letech 20. století. Mapovacími a kartografickými pracemi se zabývaly orgány vojenské topografické služby, tj. Vojenský zeměpisný ústav v Praze (VZÚ), Vojenský topografický ústav v Dobrušce (VTOPÚ) a Vojenský kartografický ústav ve slovenském Harmanci (VKÚ), ve spolupráci s vojenskou topografickou základnou v Praze, výzkumným střediskem VS 090 a polními útvary topografické služby. V současné době spadají uvedené činnosti pod GEOS AČR¹⁵.

Po přechodu Československa na stranu východního bloku byla těsná spolupráce i v oblasti státních mapových děl. Vzhledem k tehdejšímu začlenění Československa do skupiny

¹⁵ GEOS AVČR – Geografická služba armády České republiky

zemí Varšavské smlouvy, vzniklo v rámci této vojenské struktury mezinárodní mapové dílo jednotné koncepce.

Nové topografické mapování vycházelo z mapování Sovětského svazu. Použito bylo Gaussovo příčné válcové zobrazení a souřadnicový systém S-52 (později vyrovnaný S-42). Mapováno probíhalo v letech 1953 – 1957 v měřítku 1:25 000 (1 736 mapových listů, TM25) a to zejména metodou letecké fotogrammetrie. Z těchto map byly dále odvozeny mapy menších měřítek (TM50, TM100, TM200)

Po zmapování v měřítku 1:25 000 následovalo mapování podrobnější. Probíhalo v letech 1957 – 1972 v měřítku 1:10 000 (TM10) v souřadnicovém systému S-42.

Mapováno bylo ve spolupráci Vojenské topografické služby a civilní Ústřední správy geodézie a kartografie. Mapy TM25, TM50, TM100 jsou předmětem pravidelné obnovy dodnes (probíhá pátá obnova, od roku 2006 přešla armáda na souřadnicový systém UTM).

Délkové zkreslení hodnoty dosahují max. 0,62 m na 1 km na okraji pásu, v měřítku topografických map zaniká.

Z hlediska vývoje krajiny je velmi zajímavým zdrojem dat první sada TM25 z let 1953 – 1957. Zachycuje především změny v zemědělství jako např. scelování pozemků a s tím spojené rozorávání mezí a další. Dále je možné pro některé aplikace využít data v různých fázích obnovy (např. z roku 1990). Z aktualizovaných současných map by bylo vhodné využít buď analogovou (či rastrový ekvivalent) mapu TM25 nebo vektorový digitální model území DMÚ25.

Uvedené mapy TM10 a TM25 jsou k dispozici k nahlédnutí, ofocení či vyhotovení analogové barevné kopie v archivu ČÚZK. V brzké době se chystá zpřístupnění těchto map na obchodním portále ČÚZK. To nabízí velmi významné možnosti pro mapování změn krajiny. Dále také část TM25 prostřednictvím mapové sbírky Přf UK.

HAVLÍČEK *et al.* (2009) uvádí, že kompletní sadu map TM25 z 50.let vlastní také katedra vojenské geografie a meteorologie Univerzity v Brně a sadu map TM25 z 90.let vlastní Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR).

Pozn.¹⁶

¹⁶ v rámci výzkumného záměru Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace (MSM6293359101), který provádí Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví (VÚKOZ) je v rámci jeho dílčí části s názvem Kvantitativní analýza dynamiky vývoje krajiny ČR řešena prováděna především oddělením GIS uvedeného ústavu v Brně digitalizace, georeferencování a vektorizace uvedených mapových děl
II. vojenské mapování (1836 – 1852), III. vojenské mapování (1876 – 1880), TM25 z 50. let (1952 – 55) a 90. let 20.století (1988 – 1995), ZM10 2002-2006

Vektorizace je prováděna u ploch větších jak 0,8 ha a to s ohledem na výstupní měřítko, které pro celou republiku činí 1:200 000. Jednotlivým vektorizovaným plochám je přiřazen atribut kategorie využití plochy (LAND USE) – orná půda (Op), trvalý travní porost (TTP), zahrada a sad, vinice a chmelnice, lesní plocha

2.1.1.1.3 Stabilní katastr a Císařské povinné otisky stabilního katastru 1: 2 880

Stabilní katastr je ucelené, na svoji dobu maximálně objektivní a přesné dílo o kvantitativním i kvalitativním stavu půdního fondu a ekonomiky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Byl založen za účelem jednoduchého a spravedlivého vyměření pozemkové daně v celém rakouském státě. Právním základem byl patent císaře Františka I. z roku 1817, který stanovil, že práce spojené s jeho vyhotovením budou probíhat postupně v jednotlivých korunních zemích monarchie. Mapovací práce trvaly v Čechách 12 let (1826 – 1830, 1837 – 1843). Bylo zaměřeno 8967 katastrálních obcí o výměře 51 953 čtverečních km s 9 321 064 parcelami. Na Moravě a ve Slezsku trvaly práce 11 let (1824-1830, 1833-1836). Zaměřilo se 3724 obcí o výměře 27 375 čtverečních km s 6 038 454 parcelami (KOSTKOVÁ, ŘÍMALOVÁ 2006).

Podrobné vyměřování v českých zemích začalo roku 1824 na jižní Moravě a skončilo roku 1843 s severních Čechách, trvalo tedy čistých 17 let s přestávkou v letech 1831 – 1833.

Soubor tvoří 11 732 katastrálních map (Čechy 8444, Morava a Slezsko 3288) na 46 732 mapových listech (Čechy 31 209, Morava a Slezsko 15 523) různých rozměrů. Základní rozměr je 60x71,5 cm. Jeden z otisků originální mapy, který byl opatřený popisem parcelních čísel a kolorovaný, byl určen k archivaci v Centrálním archivu pozemkového katastru ve Vídni. Je znám jako císařský povinný otisk¹⁷. Barevné provedení je stejné jako u originálních map - okrové role, šedé lesy, sytě zelené zahrady a parky, zelené louky, světle zelené pastviny, karmínové zděné budovy, kamenné mosty, jezy a silnice, v tmavém odstínu karmínové významné stavby, žluté dřevěné budovy, mosty a jezy, hnědé cesty, modré vodní toky a plochy a různobarevné lemovky hranic se sousedními obcemi (viz legenda v příloze č.1). V bílé barvě jsou ponechány dvory a nádvoří, veřejná prostranství a půda, kterou nebylo možné obdělávat (KOSTKOVÁ, ŘÍMALOVÁ 2006).

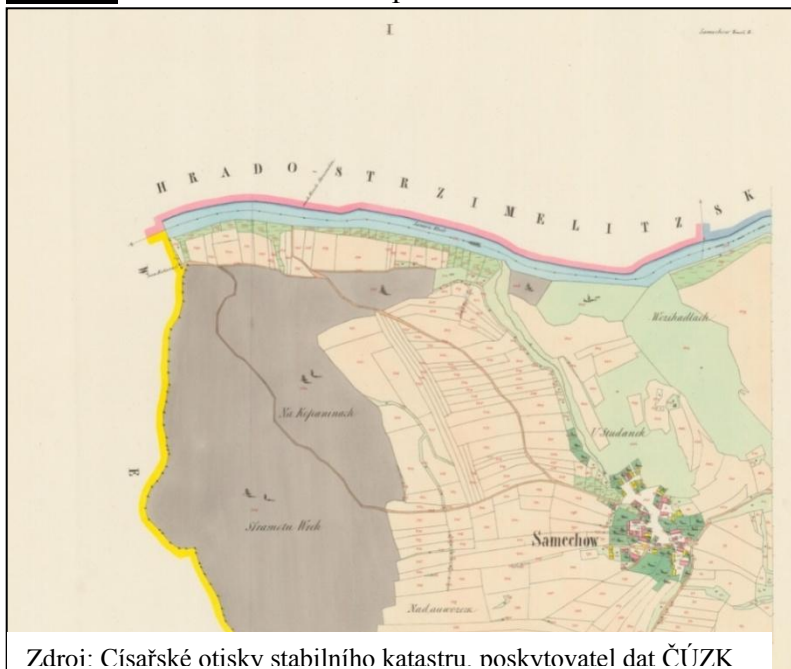
Podrobnému mapování byla podrobena celá monarchie. Podrobněji se tomuto problému věnuje ŠÍMA (2009), který zmiňuje, že po aplikaci zákona hromadění odchylek byla dosažena výsledná přesnost $m_v = 2,08$ až $2,14$ m, což je přesnost v měřítku 1 : 2 880, kde činí 0,7 mm v mapovém podkladu.

(TK), vodní plocha (VP), zastavěná plocha, rekreační plocha a ostatní plocha (HAVLÍČEK *et al* 2008).

¹⁷ Kaiserpflichtexemplar

V Čechách, na Moravě a ve Slezsku bylo zaměřeno celkem 12 696 katastrálních obcí o výměře 7 932 800 ha, s počtem parcel 1 15 359 513 a zobrazení bylo provedeno na 49 967 mapových listech o velikosti 65,85 x 52,68 cm.

Obr. č.6: Ukázka Císařského povinného otisku stabilního katastru 1:2 880



Zdroj: Císařské otisky stabilního katastru. noskvotatel dat ČÚZK

Císařské povinné otisky map stabilního katastru jsou v současnosti dostupné na ČÚZK buď jako analogové mapy (originál), dostupné v Archivu ČÚZK nebo jako digitální obrazový formát v elektronické podobě, který zde můžeme na obchodním portálu objednat a zakoupit ve formátu .JPG..

Je zde dostupná interaktivní přehledová mapa celého státu, kde si můžeme dohledat své konkrétní katastrální území a data Císařských povinných otisků map stabilního katastru a jejich výkazů¹⁸ ploch za roky 1845 a 1948. Níže uvádíme adresu, kde lze data prohlednout a následně objednat:

- http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/data/main/cio_main_02_index.html

Po výběru libovolného katastru jsou ve spodní liště zobrazeny všechny mapové listy a zdarma je možné stáhnout legendu k Císařským povinným otiskům map stabilního katastru.

¹⁸ Výkazy ploch - listy vytvořené ministerstvem financí někdy po roce 1948 listy udávající pro jednotlivé katastry stav kategorie využití pozemku a jeho hektarovou výměru za roky 1845 a 1948 (KABRDA 2009)

2.1.1.2 Katastrální data

Následující text čerpá z publikace BENDA, MÍCHAL (2009).

Historický vývoj si vynutil vznik map, které vyznačovaly komu patří město, vesnice, pole, či les. Tak vzniká katastrální mapa¹⁹ s vlastním vývojem a historií. Byla a je nepostradatelným zdrojem velkého množství informací o půdě, nemovitostech a dalších attributech souvisejících s pozemkovou evidencí.

Prapůvodním základem všech knihovních práv k nemovitostem²⁰ byla potřeba ochrany soukromého nemovitého majetku. Nejjistějším způsobem této ochrany je zápis ve veřejných knihách. Tyto veřejné knihy plnily funkci písemného dokladu o vlastnictví zapsaných nemovitostí, o vzniku a změně majetkových práv a o oprávněních či naopak o omezeních vztahující se k těmto zapsaným nemovitostem.

Vývoj veřejných knih na území dnešní České republiky má dlouhodobý a složitý průběh, proto se ho zde budeme snažit zestručnit. Skupinu veřejných knih tvoří: zemské desky, pozemkové knihy, železniční knihy a horní knihy.

My se zde zmíníme pouze velmi stručně o zemských deskách a pozemkových knihách. Podrobně uvedenou knihy, jejich problematiku a historii popisují výše uvedení autoři.

Zemské desky (13. stol. – 1961)

Zemské desky vznikly jako úřední knihy zemského soudu. První zprávy o zemském soudu jsou již z poloviny 13. století. První historicky doložený zápis v zemských deskách se datuje rokem 1278.

Od vzniku stavovského státu, tedy od konce 13. stol., se v zemských deskách kromě zápisů o sporech, začaly zaznamenávat i první vklady privilegií a majetkových práv. Šlechta od té doby považovala zemské desky za svůj archiv a současně za instituci zajišťující její výsostné postavení ve vládě.

Patent z roku 1783, vydaný Josefem II. v rámci josefských soudních reforem, byl významným mezníkem ve vývoji zemských desek v Čechách. Byly zrušeny všechny feudální

¹⁹ katastr - název odvozen z latiny a znamená asi totéž co soupis (caput = hlava, capistratum = soupis podle hlav, později též soupis podle jakékoliv jednotky). Obecně pak býval tímto slovem označován přehledný popis zvláštních vlastností osob, věcí nebo práv zejména pak soupis pozemků nebo i vátěžků z obchodů a živností pořizovaný k daňovým účelům (BENDA, MÍCHAL 2009)

katastrální území - název pro bývalou berní obec (obec, kde se platí poplatky z daně) jako nejnižší územní správní jednotku. Obvody katastrálních území byly utvořeny josefským katastrem z dřívějších obvodů vrchnostních správ (BENDA, MÍCHAL 2009)

²⁰ nemovitost - pozemek a stavba spojená se zemí pevným základem (VÚGTK 2005-2010)

soudy a také Úřad desek zemských v Čechách. Zemský soud byl rozdělen na trestní a civilní část a zemské desky byly připojeny přímo k registratuře civilního soudu Zemského soudu. Jejich obsah se podstatně zúžil. Přestaly se do nich zapisovat soudní pře a staly se v podstatě pozemkovou knihou pro svobodný majetek.

Revoluční rok 1848 přinesl do českých zemí množství zásadních změn. Jednou z nich bylo zrušení rozdělení na dominikální a rustikální majetek a tím byly otevřeny cesty pro jednotnou evidenci nemovitostí, jejímž vedením byly pověřeny tzv. knihovní soudy. Správou zemských desek byl pověřen soud malostranský. Význam zemských desek po tomto období narůstá ještě více po roce 1861, kdy pro možnost volebního práva do českého zemského bylo podmínkou vlastnictví nemovitého majetku, tj. nutnost mít svůj majetek zapsán.

K zásadní změně ve vývoji evidence vlastnických práv k nemovitostem (myšleno knihovního práva) dochází roku 1871 přijetím tzv. nového knihovního zákona č.95/1871 Říšského zákona. Tímto zákonem byly nově zavedeny **Pozemkové knihy** a obě evidence (Zemské desky a Pozemkové knihy) bylo nutné sjednotit. Vznikla tak hlavní kniha, která má právní platnost dodnes.

Tato kniha je tvořena knihovními vložkami pro jednotlivé vlastnické celky. Jedna vložka obsahuje jedno panství. Každá knihovní vložka má 3 rubriky, označené listy A,B,C:

A – obsahuje popis příslušného majetku

B – tzv. vlastnický list, kam se zapisovala všechna vlastnická práva a jejich změny

Nově se též zavedly deníky sloužící k přehledu knihovních podání. Přílohou nové hlavní knihy se staly také knihovní mapy, odvozené od katastrálních (prvními byly mapy Stablního katastru), které graficky znázorňovaly zápisy v knihovních vložkách. Pro snadnější vedení hlavní knihy byly založeny různé pomocné rejstříky.

Význam zemských desek začal pozbývat smyslu vznikem Československa v roce 1918, kdy zanikl český zemský sněm a platný volební systém a již tedy nebylo nutné do nich zanášet informace o majetku.

V této době se objevily úvahy o zrušení zemských desek a převedení zápisů do pozemkových knih. Přesto se však ve vedení zemských desek nadále pokračovalo. Jejich výborné vedení a zápisy probíhají do roku 1938.

K obrovskému chaosu v evidenci zápisů v zemských deskách dochází v 50. letech až do jejich uzavření k 1.4 1964.

V lednu 1951 nabytí platnosti zákoník č.141/1950, který mimo jiné formuloval, že převod vlastnictví k nemovitostem se uskutečňuje již uzavřením smlouvy a její registrací na státním notářství, nikoli až zápisem do veřejných knih, čímž byla zrušena

konstitutivnost (právitvorná povaha - nikoli pouze registrace, ale i hmotně právní charakter) zápisů.

Tímto zákonem se mění sama podstata knihovního práva a dochází k chaosu v evidenci, jehož následky se odstraňují dodnes. Změna povahy knihovních zápisů z právitvorného na pouze veřejně prohlašující totiž vedla k tomu, že noví vlastníci ztratili o zapsání majetkového převodu do knih zájem.

Výpis ze zemských desek je veřejně přístupný. Zemské desky pro historické země české obsahují 1 714 knih a jsou uloženy u Katastrálního úřadu pro hl. m. Prahu. Zemské desky pro historické země moravské obsahují 488 knih a jsou uloženy u Katastrálního úřadu pro Jihomoravský kraj v Brně. Zemské desky pro historické země slezské obsahují 29 knih a jsou uloženy u Katastrálního úřadu pro Moravskoslezský kraj v Opavě.

Pozemkové knihy (1871 – 1950)

Tyto evidenční knihy vznikají zákonem v roce 1871 a začínají se zakládat roku 1874 a skládají se ze stejných částí jako zemské desky, tj. knihovní vložky, která se dělí na listy A, B, C a rejstříky. Rozdíl oproti pozemkové knize je v tom, že pozemková kniha je vedená pro katastrální území, zatímco zemská deska pro panství. Pozemkové knihy obsahují zápisy k veškerým nemovitostem s výjimkou nemovitostí zapsaných v zemských deskách, vedených v horních a železničních knihách či tvořících veřejný statek (silnice, veřejné cesty, ulice, náměstí, řeky a další).

Až do roku 1883 fungovaly veřejné knihy a pozemkový katastr naprosto samostatně a bez jakýchkoliv kontaktů či vazeb. Zákonem č.83/1883 ř.z. o evidenci katastru daně pozemkové se předchozí stav výrazně změnil. Nařizoval vzájemné předávání informací mezi pozemkovou knihou a stabilním katastrem a shodně i v opačném směru.

Evidence katastru daně pozemkové – Pozemkové knihy

Třebaže zákon č. 88 ř.z. o úpravě daně pozemkové z r. 1869 určoval provedení revize vždy po 15 letech, byl již v roce 1883 vydán zákon ze dne 23. května 1883, č. 83 ř.z. o evidenci katastru daně pozemkové. Ten stanovil udržování zápisů pozemkového katastru v souhlasu se skutečným stavem v přírodě a dále i udržování souhlasu zápisů veřejných knih se zápisy pozemkového katastru, a to proto, že dílo pozemkového katastru bez doplňování by neposkytovalo žádaných správných podkladů a daně a dávky předepsané podle takových podkladů by byly chybné. Také pozemkové knihy, při jejichž založení bylo nařizeno, aby do *listu statkové podstaty* (list A) byly zapsány katastrální parcely z *pozemnostního archu*, by bez vedení pozemkového katastru brzy zastaraly a neposkytovaly obraz skutečných poměrů a tím ztrácely důvěru veřejnosti.

Zákonem o evidenci katastru měl proto být zajištěn stálý soulad mezi skutečným stavem v přírodě a knihou pozemkovou *vedením (evidencí) pozemkového katastru*.

Držitelé pozemků měli za povinnost oproti zápisu v pozemkové knize nebo zemské desce (kde byl zápis dobrovolný na návrh účastníků) oznámit geodetovi pomocí ohlašovacího listu do 6 týdnů změnu parcely a také její zvětšení či zmenšení.

S tímto souvisí důležitý aspekt. Přestože se nezapisovali změny nemovitostí do pozemkové knihy, které byly zapsány v zemských deskách, byl a je v pozemkové knize veden odkaz na knihovní vložku daného panství zemské desky.

Společným vedením je jak pro pozemkový katastr, tak pro pozemkovou knihu katastrální číslo parcely, tzv. číslo PK.

Pozemkové knihy fungují ve spojení s pozemkovým katastrem velmi dobře až do roku 1950, kdy vychází zákon č.141/1950, se kterým evidence v pozemkové knize zaniká.

Katastrální číslo parcely bývalého pozemkového katastru (PK) je možné zobrazit v náhledu aktuálního katastru na stránkách ČÚZK:

- <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

Obr. č.7: Náhled na čísla parcel bývalého pozemkového katastru



Zdroj: ČÚZK

Pozemkové knihy slouží podobně jako zemské desky jako cenný zdroj informací k restitucím, dědictví, apod., mají však oporu v zaznamenaném čísle katastrální plošky, která je opřena o polohu v bývalém pozemkovém katastru. Mimo jiné obsah pozemkových knih slouží např. při zpracovávání komplexních pozemkových úprav. Příslušné pozemkové knihy katastrálních území jsou dostupné na příslušném bývalém okresním katastrálním úřadě.

Jednotná evidence půdy (JEP) (1956 – 1964)

Právní nejistota v evidování nemovitého majetku v 50. letech 20. století vzniká po zastavení zápisů v pozemkovém katastru a pozemkových knihách.

Potřeba státu plánovat a řídit zemědělskou výrobu socialistického typu vedla k zavedení nového systému evidence půdy. Přestal existovat lokalizační prvek katastrální území a nastoupil pojem „hospodářský obvod obce“ zahrnující pozemky jednoho zemědělského či lesního závodu. Nebyla zde potřeba povědomí o stavu a výměře soukromého vlastnictví, které bylo komunistickým režimem zestátněno.

Od roku 1951 bylo učiněno několik pokusů o zavedení nové evidence půdy nahrazující pozemkový katastr.

K jednotné evidenci půdy dochází až roku 1956. Je vyšetřován skutečný stav užívání půdy i druh pozemku s maximálním využitím dostupných podkladů, především z pozemkového katastru.

Měření bylo maximálně zjednodušeno. Pracovalo se na nezajištěném papíře s otisky katastrálních map, bez stabilizace měření a kontrolního opakování, a docházelo k větším chybám nežli u stabilního katastru. Přesnou metodou bylo provedeno přibližně 30% obcí, zjednodušenou přibližně 70%.

Takto vzniklé pozemkové mapy JEP se pak staly jedním z podkladů pro vyhotovování map Evidence nemovitostí (EN), které mapují stav od roku 1964.

Mapy Evidence nemovitostí (1:2 880) a mapy změn v období 1950 – 1964 jsou dostupné na příslušném katastrálním úřadě.

Státní mapy 1:5000

Po roce 1945 vzniká nové státní mapové dílo - Státní mapa hospodářská 1:5 000 (**SMH-5**), jež byla vyhotovována jako mapa původní s polohopisem a výškopisem. Metodický návod byl vydán až v roce 1952. Klad mapových listů se odvíjel od fiktivní mapy ČSR 1 : 50 000.

V roce 1955 dochází k nahrazení SMH-5 mapou odvozenou, tedy Státní mapou odvozenou 1:5 000 (**SMO-5**). Státní správa vytváří nové státní mapové dílo, které vzniká výhradně přepracováním dostupných podkladů, nikoliv přímým měřením a souvisle pokrývá území celé tehdejší ČSSR. Původním podkladem pro vyhotovení mapy byl:

- polohopis vzniklý generalizací mapy katastrální (1:2 880) na měřítko 1:5 000
- výškopis odvozený ze speciální vojenské mapy 1:75 000 a topografické vojenské mapy 1:25 000.

Nově vydávané mapy SMO-5 mají jako podklad aktualizované pozemkové mapy evidence nemovitostí (EN). Výškopis je přebírán ze Základní mapy středního měřítka (ZM) v měřítku 1:10 000.

Současný stav této mapy je následující:

a) podklady pro tvorbu polohopisu:

- účelové mapy velkých měřítek
- plány a grafické projekty započatých a realizovaných staveb
- základní mapy ČR 1:10 000
- letecké snímky

b) podklady pro tvorbu výškopisu:

- ostatní mapová díla velkých měřítek doplněná výškopisem
- účelové mapy velkých měřítek s výškopisem
- základní mapa ČR 1:10 000
- topografické mapy 1:10 000
- letecké snímky

Dále vznikají tzv. základní mapy 1:10 000, ZM10, které v letech 1964-1989 vycházejí polohopisně z EN a po roce 1990 z KN a leteckého snímkování.

Vydavatelem SMO-5 a ZM10 je ČÚZK, kde jsou také v archivu všechny vydané mapy k nahlédnutí.

Současné katastrální mapy 1:2880

Na základě katastrálního zákona č. 344/92 Sb. vzniká Katastr nemovitostí ČR, podle kterého je katastr souborem údajů o nemovitostech nacházejících se na území ČR a zahrnuje jejich soupis, popis, geometrické a polohové určení. Součástí katastru je evidence vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem a dalších práv, jejichž rozsah stanoví zákon (265/1992 Sb.). Údaje o využití pozemků je možné zobrazit přes ikonu „i“ na stránkách nahlížení katastru ČÚZK:

- <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>

2.1.1.3 Zdroje hodnocení změn ve využití území pomocí statistických dat

JELEČEK (1995) a BIČÍK (2001) využívají data z let 1845, 1882, 1897, 1921, 1929, 1933, 1948, 1961, 1970, 1990, 1995, 1999. Data z let 1845 a 1948, využívané mimo jiné také databází LUCC, pocházejí z tzv. výkazů ploch, data po roce 1960 z Ročenek půdního fondu. Z dat kolem roku 1897 pochází tzv. Gemeindelexikon, což je lexikon obcí tehdejšího Rakouska–Uherska, obsahující statistiky za obce. Data z let 1933 pochází ze Statistické ročenky republiky československé (1934), vydané Státním úřadem statistickým.

Databáze LUCC

Z datových podkladů na našem území je unikátní databáze Land Use Cover Change (LUCC) týmu okolo docenta BIČÍKA z Přírodovědecké fakulty UK v Praze, která obsahuje statistická data o využití půdního fondu za roky 1845, 1948, 1990 a 2000.

Popis databáze uvádí přehledně KABRDA (2009), z jehož práce dále čerpám.

První časový horizont vychází z mapování Stablního katastru (cca 1826 – 1843), jehož písemný operát²¹ přibližně odpovídá stavu roku 1845. Tato data se zachovala v archívu Ministerstva financí v Praze, odkud byla později převzata Archívem Katastrálního úřadu. Pečliví úředníci Ministerstva financí vytvořili po roce 1948 listy pro jednotlivé katastry, v nichž původní data za rok 1845 přepočítali z rakousko-uherského měrného systému jiter (5 754,6 m²) a sáhu do metrického systému. K tomu přidali data o využití ploch za rok 1948, a to v odpovídající struktuře kategorizace ploch (viz obr. č.8).

Tato data byla týmem kolem docenta Bičíka převzata, převedena do elektronické podoby, a postupně doplněna zatím dvěma dalšími, aktuálnějšími časovými horizonty. Údaje za roky 1990 a 2000 pochází z Centrální databáze Katastrálního úřadu v Praze. Aktuálně jsou zpracovávány data za rok 2009.

Uvedená data bylo třeba upravit tak, aby byla za dané čtyři časové horizonty plně srovnatelná. Úpravy byly prováděny ve dvou směrech – srovnatelnost klasifikace využití ploch a územní srovnatelnost.

²¹ písemný operát - **1:** v evidenci nemovitostí soupis parcel, evidenční listy, listy vlastnictví, seznam uživatelů a vlastníků, rejstřík uživatelů a vlastníků, seznam domů a výkaz změn

2: v pozemkovém katastru rejstřík parcel, parcelní protokol, pozemnostní archy, seznam pozemnostních archů, rejstřík držitelů, seznam parifikační půdy a záznam změn

Obr. č.8: Výkaz ploch

2-77

Katastrální území *Lamechov*

Okres: *Benešov*

Kraj: *Praha*

V ý m ě r a

1845

1948

Poznámky

ha

a

m²

ha

a

m²

role

s ovocnými stromy

s vinnou révou

střídavě louka

střídavě pastvina (úhor)

s užitkovým dřívím (požáříště)

Celkem :

145 36 51

125 40 90

2644

louky

s ovocnými stromy

s užitkovým dřívím

Celkem :

9 34 59

9 33 22

zeleninové

ovocné

okrasné

chmelnice

Celkem :

3 37 73

8 28 70

vinice

s ovocnými stromy

s výtěžkem rolí

s výtěžkem luk

Celkem :

32 44 83

19 50 59

pastviny

s ovocnými stromy

s užitkovým dřívím

alpy

Celkem :

32 44 83

19 50 59

rybníky a jezera s rákosem

jezera bez rákosu

rybníky bez rákosu

rašeliníště a slatiny

Celkem :

193 29 38

167 13 41

Celkem zemědělská půda

listnaté

ehličnaté

smíšené

nízkokmenné

palouky

křoviny

anglické parky

lesní a olšová požáříště

Celkem :

196 86 72

4 71 52

200 78 24

217 23 95

Zastavěné plochy a nádvoří

1 57 07

2 82 27

holé skály

kamenné lomy

šterkoviště, pískoviště a hliniště

Celkem :

1 43 65

1 43 57

řeky a potoky

silnice a cesty

dráhy

Celkem :

10 84 50

4 55 98

95 40 48

25 28 41

Uhrnná výměra katastrálního území:

413 72 28

413 91 61

Sčít 26-2310-52

Zdroj: http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/data/cio/_cio_vp/c6741-1VP_025.jpg

Protože byly plochy v každém časovém horizontu poněkud jinak klasifikovány, resp. přiřazovány ke kategoriím (např. 1845: 54 kategorií; 2000: 12), bylo nutné data sloučit a vytvořit tak srovnatelnou škálu. Ta obsahuje v současné databázi osm základních kategorií, jichž je využíváno i v současném katastru nemovitostí.

Jedná se o kategorie:

orná půda (OP)
trvalé kultury (TK) – sady, zahrady, vinice a chmelnice
trvalé travní porosty (TTP) - louky (Lo) a pastviny (Pa)
lesní lochy (LP)
vodní plochy (VP),
zastavěné plochy (ZaP)
ostatní plochy (OsP)

NOVOTNÁ (2009) definuje jednotlivé kategorie takto:

OP - Orná půda

Je pozemek:

- a) na němž se pravidelně pěstují obilniny, okopaniny, píce, technické plodiny a jiné zemědělské plodiny,
- b) který je dočasně zatravňován (víceleté píce na orné půdě),
- c) na němž je postaven skleník, který je v katastru evidován jako budova.

TK – Trvalé kultury

Chmelnice - Pozemek, na němž se pěstuje chmel.

Vinice - Pozemek, na němž se pěstuje vinná réva.

Zahrada - Pozemek: a, na němž se trvale a převážně pěstuje zelenina, květiny a jiné zahradní plodiny, zpravidla pro vlastní potřebu,
b, souvisle osázený ovocnými stromy nebo ovocnými keři až do výměry 0,25 ha, který zpravidla tvoří souvislý celek s obytnými hospodářskými budovami.

Ovocný sad - Pozemek souvisle osázený ovocnými stromy nebo ovocnými keři o výměře nad 0,25 ha.

TTP – Trvalý travní porost

Je travní porost, pozemek porostlý travinami, u něhož hlavní výtěžek je seno (tráva), nebo je určený k trvalému spásání, i když je za účelem zúrodnění rozoráván.

LP – Lesní plocha

- a) Pozemek s lesním porostem a pozemek, u něhož byly lesní porosty odstraněny za účelem jejich obnovy, lesní průsek a nezpevněná lesní cesta, není-li širší než 4 m, a pozemek, na němž byly lesní porosty dočasně odstraněny na základě rozhodnutí orgánu státní správy lesů [§ 3 odst. 1 písm. a) zákona č. 289/1995 Sb.].
- b) Lesní pozemek, na němž je postavena budova.

VP – Vodní plocha

Je pozemek, na němž je rybník, vodní tok, vodní nádrž, močál, mokřad nebo bažina.

ZaP – Zastavěná plocha a nádvoří

- a) Pozemek, na němž je postavena budova podle § 2 odst. 1 písm. b), d) a e) KatZ, včetně nádvoří podle § 1 odst. 2 písm. a) této vyhlášky, vyjma skleníku, který je v katastru evidován jako budova, postaveného na zemědělském nebo lesním pozemku a budovy postavené na lesním pozemku.
- b) Společný dvůr u bytových domů podle § 3 odst. 6.

Louky a pastviny, protože jsou v terénu obtížně odlišitelné, a od roku 2001 již nejsou rozlišovány ani Katastrálním úřadem, slučujeme do kategorie trvalých travních porostů (TTP) KABRDA (2009).

OsP – Ostatní plochy

Kategorie „ostatní plochy“ je kategorie neužitkových území, která je velmi heterogenní a obsahuje směs ploch silně antropogenně ovlivněných, polopřírodních i přírodních.

Řadíme sem např. manipulační a dopravní plochy, pozemní komunikace, doly, skládky, hřbitovy, neplodnou půdu, sportovní a rekreační areály, přírodní rezervace a další maloplošná chráněná území, parky, kamenné sesuvy, výstupy hornin, 1. zóny Národních parků, vojenské újezdy a další. (BIČÍK 2009 - ústní sdělení, ČÚZK 2009, KABRDA 2009).

Základním požadavkem pro přesné vývojové hodnocení databáze LUCC je sledování územních jednotek konstantní rozlohy, resp. prostorového vymezení. Systém Stabilního katastru ovšem zcela stabilní nebyl a není – některá katastrální území měnila během vývoje svou rozlohu, jiná vznikala nebo zanikala. Bylo proto rozhodnuto pospojovat katastrální území do takových celků, které by za celé sledované období svou celkovou rozlohu výrazně neměnily, konkrétně ne více než o 1 %. Za referenční byl stanoven rok 1990 – fakticky šlo tedy o to, aby se rozloha dané územní jednotky v letech 1845, 1948 a 2000 od rozlohy v roce 1990 nelišila o více než 1 %. Takto byly spojováním katastru vytvořeny tzv. „základní územní jednotky“ (ZÚJ). V Česku existuje přibližně 13 000 katastrů (12 696 v roce 1845, 12 989 v roce 1990, 13 026 v roce 2000), jež byly spojeny do 8 903 ZÚJ. Byla spojována ta katastrální území, mezi nimiž pravděpodobně došlo k „výměně“ ploch. Z těchto 8 903 ZÚJ je jich 80,2 % tvořeno jedním katastrem, 10,3 % dvěma, 4,1 % třemi, 2,3 % čtyřmi a zbytek (tj. 3,1 % ZÚJ) více než čtyřmi katastry. K nejvýraznějšímu slučování docházelo v oblastech největších socioekonomických změn – v severočeských pánvích, ve vysídleném pohraničí, v okolí velkých měst a aglomerací, a také ve vojenských újezdech. Naopak jedno-katastrální ZÚJ převažují ve stabilních venkovských oblastech (typicky Vysočina, okrajové části Středočeského kraje atd.). Rozdílný počet katastrů v ZÚJ, a tudíž i jejich rozdílnou rozlohu, je třeba mít na paměti při dalších statistických operacích a hodnoceních databáze (korelace, atd.). Průměrná velikost katastru je 6,05 km² a ZÚJ 8,86 km² (KABRDA 2009).

Přestože ZÚJ jsou v zásadě statistickými jednotkami, lze k databázi pomocí GIS přidávat řadu dalších přírodních i socioekonomických charakteristik, pomocí nichž je pak možné vysvětlovat změny regionálního vzorce využití ploch. Jde například o produkční schopnost a úřední cenu zemědělské půdy, průměrnou nadmořskou výšku a sklonitost, typy půd, hustotu zalidnění a vývoj počtu obyvatel či domů, socioekonomickou exponovanost území, atd. (KABRDA 2009).

Statistické ročenky půdního fondu České republiky

Data za jednotlivé kategorie využití území v rámci celé České republiky, jednotlivých krajů a okresů jsou každoročně uváděna ve Statistické ročence půdního fondu České republiky, která je vydávána Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (ČÚZK).

Přestože ke dni 1.1.2003 byly okresní úřady zrušeny, fungují okresy nadále jako jednotka státní správy a plní také funkci statistické jednotky.

Statistické ročenky půdního fondu od roku 1994 až po současnost (2009) jsou volně ke stažení na internetových stránkách Českého statistického úřadu (ČSÚ):

- <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:10-ROCENKA>

Ročenky od roku 1960 do roku 1993 jsou uloženy v tištěné podobě v Zeměměřické knihovně, kterou spravuje Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický (VÚGTK): - www.vugtk.cz/

2.1.1.4 Zdroje hodnocení změn ve využití území pomocí dálkového průzkumu (DPZ)

Databáze CORINE LAND COVER – Krajinový pokryv

Jedním z nejnovějších zdrojů informací o využití krajiny je digitální databáze CORINE LAND COVER (CLC), která vznikla interpretací družicových snímků. CORINE (Coordination of Information on the Environment)²² je program Evropské komise z roku 1985, jehož hlavním cílem je zajistit kvalitní a srovnatelné informace o životním prostředí států Evropské unie (SPAZIEROVÁ 2008).

První databáze CLC1990 – CORINE LAND COVER byla vytvořena interpretací snímků z družice LANDSAT a SPOT nasnímaných mezi roky 1986 – 1995. Výsledkem byla mapa vegetačního pokryvu v měřítku 1:100 000 rozdělená do 44 tříd. Aktualizace této databáze, začala v roce 1999 prostřednictvím projektů IMAGE2000 a CLC2000. V případě projektu IMAGE2000 se jednalo o databázi satelitních snímků území Evropy z družice LANDSAT s prostorovým rozlišením 25 m, která se stala základem pro aktualizaci a určení

²² Koordinace informací o životním prostředí

změn (projekt CLC2000). Identifikovaly se pouze plošné objekty (polygony), kde minimální mapovací jednotka (MMU) pro inventarizaci byla 25 ha, minimální šíře 100 m (SPAZIEROVÁ 2008).

Dalším pokračovatelem je projekt CLC2006, který je přímým pokračováním předchozích aktivit spojených s mapováním CORINE LAND COVER. Uskutečňuje se v rámci aktivit GMES Fast Track Service (FTS) Land Monitoring. Na rozdíl od projektu CLC2000 je projekt CLC2006 zaměřen především na tvorbu databáze změn databáze CLC mezi lety 2000 a 2006. Na rozdíl od předchozího projektu jsou mapovány všechny změny >5 ha (CENIA 2010).

Land cover (LC) dle definice FAO, jak uvádí BIČÍK (2009), je biofyzikální stav zemského povrchu a vrstvy (půdy) bezprostředně pod ním. Změny v LC zahrnují změny biotické diverzity, aktuální nebo potenciální primární produktivity, kvality půdy, nebo míry odtoku povrchových vod a sedimentace. Krajinné pokryvy a jejich změny jsou zdrojem a „kanály“ materiálových a energetických toků „udržujících“ fungování biosféry a geosféry, včetně přeměn emisí plynů a hydrologického cyklu. Protože se LC většinou mění lidskou činností, je podle Turnera II (1995 in BIČÍK 2009) poznání změn Land use (tedy způsobu využití půdy jako orné, lesní, aj.) podstatné pro pochopení změn Land cover.

V příloze č.3 uvádíme charakteristiku kategorií 3.2.4, 3.1.3, 3.1.2 a 2.4.3 dle definice tříd CLC (BOSSARD *et al.* 2000).

Letecké snímkování

Nejllepší možností pro pozorování změn v krajině jsou letecké snímky, které dosahují velmi velkého rozlišení (0,5 m).

Letecké snímkování probíhalo od 30. let 20. století a bylo zajišťováno armádou. Plánováním leteckého snímkování, výrobou a distribucí byl a je pověřen Vojenský topografický ústav v Dobrušce. Snímky byly v minulosti pořizovány ve vysokém rozlišení, ale převážně v černobílé formě. Snímky byly pořizovány pro topografická mapování s měřítkem 1:10 000, 1:25 000, apod. Snímkování bylo prováděno v letech 1936 – 1938, 1946 pouze v malé míře, v letech 1947 – 1956 bylo použito pro topografickou mapu 1:25 000 a v letech 1957 – 1968 pro mapu 1:10 000. Od roku 1964 v rámci systematické údržby bylo naše území nasnímковано čtyřikrát (KUCÍREK 2009).

Na rozdíl od map je letecký snímek, jak zmiňuje LIPSKÝ (2000), zcela objektivním, neomylným a přesným dokladem o stavu krajiny v určitém okamžiku (viz obr.č.9).

Obr. č.9: Letecké snímky území Hradce Králové z let 1946 a 1991



Zdroj: CDesign.cz 1998

Do počátku roku 1989 byly snímky utajovány a poskytovány výhradně státním podnikům a institucím. Správou a evidencí byli pověřováni pracovníci tzv. zvláštních oddělení. Nicméně i tyto snímky byly v místě obrazu vojenských objektů a objektů ministerstva vnitra vykrývány. Docílil se tím pravý opak - bílá místa na leteckých snímcích informovala o poloze těchto objektů a upozorňovala na ně. Se změnou společenského klimatu se od této nesmyslné praxe upustilo. V současnosti je utajovaných snímků jen nezbytné množství a drtivá většina je přístupná široké veřejnosti.

Po rozdělení republiky v roce 1993 byl centrální vojenský archiv teritoriálně rozdělen na část českou a slovenskou. Snímky z území Slovenské republiky jsou v současné době uloženy v Topografickém ústavu ASR v Bánské Bystrici. V Dobrušce zůstalo cca 800 000 originálů leteckých snímků a souvisejících archiválií (map převážně měřítka 1:50 000 se zákresy středů a obrysů leteckých snímků, evidenční knihy a centrální databáze)

Letecké snímky uložené ve východočeské Dobrušce byly a jsou pořizovány vojenským speciálním fotoleteckým útvarem a archiv je spravován Armádou ČR (AČR).

Většinu archivovaných snímků tvoří černobílé negativy, menší množství snímků je barevných a spektrozónálních. Letecké snímky z let 1936 – 38, 1946 – počátek 50. let jsou zkopírovány na současné filmové materiály, které jsou na rozdíl od původních nehořlavé a jejich fotografické vrstvy méně náchylné na plíseň. Originály byly z tohoto důvodu skartovány (CDesign.cz 1998).

Snímky lze objednat na stránkách prostřednictvím Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu (VGHMÚř), který sídlí v Dobrušce z :

- <http://izgard.cenia.cz/lmstredy/viewer.htm>

Do roku 1995 byly snímky pořizovány pro potřeby armády a civilních, převážně státních podniků a organizací. V současné době snímkuje armáda výhradně pro svoje potřeby a civilní sféru zabezpečují privátní firmy, které si takto vytvářejí vlastní archivy (CDesign.cz 1998).

Letecké snímky, tzv. ortofota, která jsou provedená v černobílém provedení, celého území z let 1998 – 2001 jsou dostupné např. na stránkách Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHUL):

- http://geoportal2.uhul.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=oprl_2009&

Barevné ortofoto celého území z let 2002 – 2003 je dostupné na stránkách vyhledávače SEZNAM.CZ

- <http://www.mapy.cz/?query=#mm=PFh@x=135289964@y=135163596@z=8>

Digitální ortofoto České republiky poskytuje ČÚZK v rozsahu celého státního území. Měrná jednotka 1 mapového listu jsou v kladu Státní mapy 1:5000 (5 km²) ve formátech TIFF, JPEG nebo MrSID v rozlišení velikosti pixelu 0,5 m.

Snímkování probíhá pravidelně v tříletém cyklu, př. 2006 – 2008. Od 9. ledna 2009 jsou k dispozici aktualizovaná ortofota jedné třetiny republiky - tzv. Pásmo východ. Mapa postupu snímkování je uveden zde:

- http://www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?NAZEV=30-ZU_K_ORTO_vyh

Barevné ortofoto lze objednat prostřednictvím ČÚZK na: - <http://geoportal.cuzk.cz>

2.1.2 Historické etapy změn a změny využití území v České republice

Data z katastrálních úřadů jak ze současnosti, tak z minulosti, jak uvádí JELEČEK (1995), nám umožňují hodnotit změny ve využití půdního fondu jako výsledek vzájemných interakcí společnosti a přírody po dlouhé období, nyní více jak 160 let, ve kterých byla průmyslovou revolucí, industrializací a dalšími jí vyvolanými procesy nastartována éra masivního vlivu člověka na přírodu. Můžeme posuzovat procesy, příčiny a důsledky změn ve využití půdy nejen v podmínkách kapitalistického vývoje, tedy působením zákonitostí tržní ekonomiky (1845 – 1948), ale i v podmínkách komunistického režimu, tedy ústředně plánované socialistické ekonomiky (1948 – 1989) a dále nového řízení tržní ekonomiky (1990 – současnost), která je čím dál více ovlivňována novými technologiemi, vývojem a výzkumem v mnohem větší míře, než tomu bylo v minulosti.

Půda sama o sobě je jednou ze základních složek životního prostředí a zároveň základním výrobním prostředkem v zemědělství. Jako prakticky neobnovitelný (tj. v ekonomickém či historickém čase, v čase geologickém obnovitelný) přírodní zdroj má základní význam svým potenciálem produkovat potraviny na straně jedné a svou krajínotvornou funkcí na straně druhé (JELEČEK 1995).

Celkový vývoj podílů jednotlivých kategorií půdního fondu uvádí graf č.1. a tab. č.1 uvádí na příkladech míru procentuální změny podílu kategorie na celkové výměře.

Tab. č.1: Míra změny v hektarech (ha) dle podílu kategorie využití území k celkové výměře

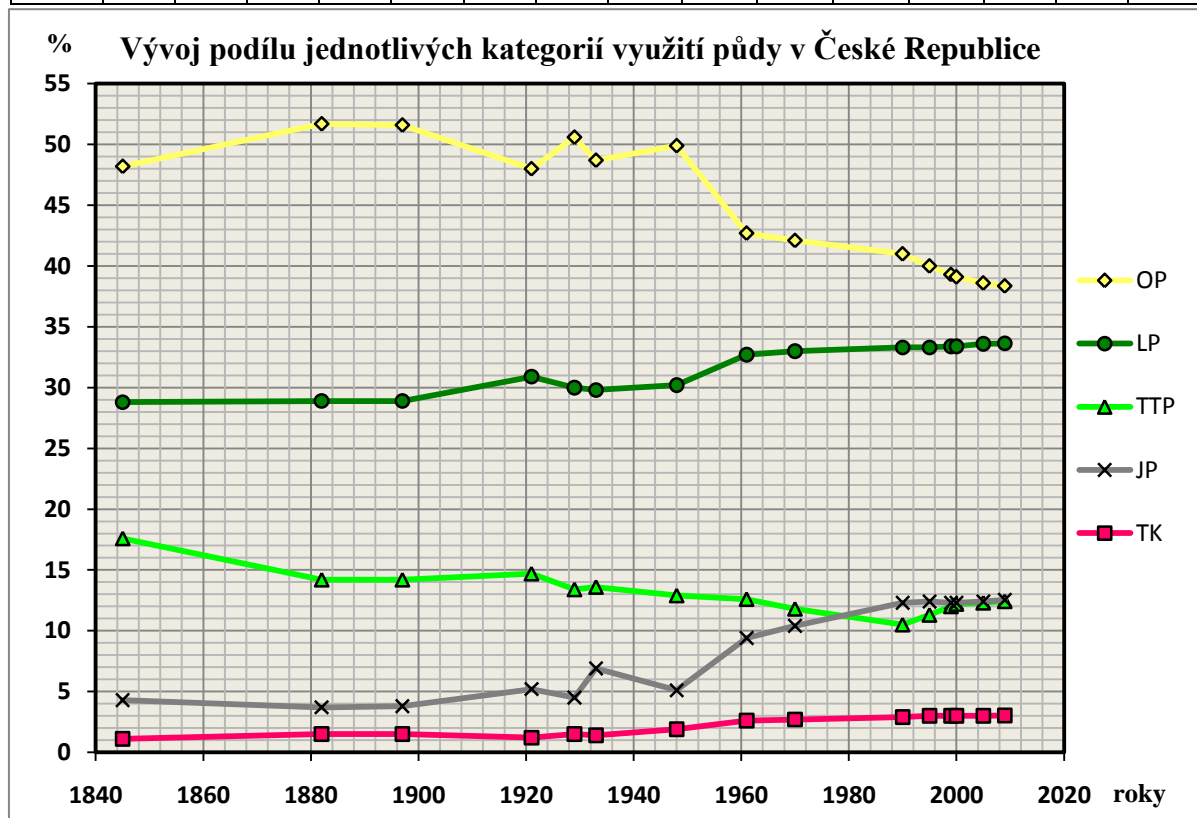
výměra 0,001 % podílu kategorie na celkové výměře státu	78,86512 ha
výměra 0,01 % podílu kategorie na celkové výměře státu	788,6512 ha
výměra 0,05 % podílu kategorie na celkové výměře státu	3 943,256 ha
výměra 0,1 % podílu kategorie na celkové výměře státu	7 886,512 ha
výměra 1 % podílu kategorie na celkové výměře státu	78 865,12 ha
výměra 5 % podílu kategorie na celkové výměře státu	394 325,6 ha

Zdroj: vlastní výpočty

Graf začíná rokem 1848, kdy se objevuje první sčítání využití pozemku díky vyhotovení Stablního katastru a také probíhá první sčítání obyvatelstva. Již je zde pozorovatelný trend růstu podílu orné půdy (Op) a naopak pokles podílu trvale travního porostu (TTP) z minulosti, který byl způsobený prudkým nárůstem obyvatelstva, který proběhl v 2. polovině 18. století (viz. graf č.2).

Graf č.1: Historický vývoj relativního zastoupení kategorií využití půdy v České republice

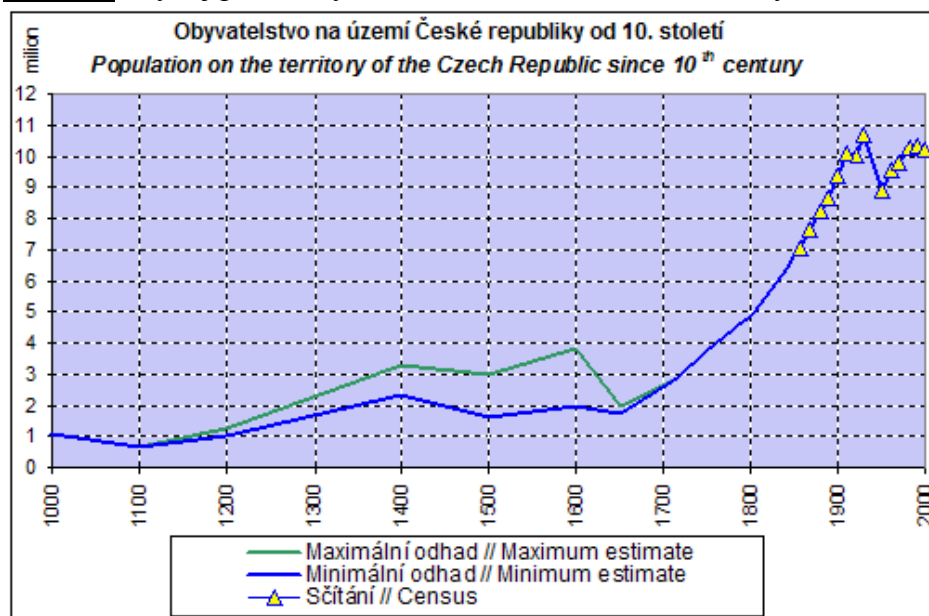
rok / využití	1845	1882	1897	1921	1929	1933	1948	1961	1970	1990	1995	1999	2000	2005	2009*
OP	48,2	51,7	51,6	48,0	50,6	48,7	49,9	42,7	42,1	41,0	40,0	39,3	39,1	38,6	38,36
TK	1,1	1,5	1,5	1,2	1,5	1,4	1,9	2,6	2,7	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,03
TTP	17,6	14,2	14,2	14,7	13,4	13,6	12,9	12,6	11,8	10,5	11,3	12,0	12,2	12,3	12,42
LP	28,8	28,9	28,9	30,9	30,0	29,8	30,2	32,7	33,0	33,3	33,3	33,4	33,4	33,6	33,64
JP	4,3	3,7	3,8	5,2	4,5	6,9	5,1	9,4	10,4	12,3	12,4	12,3	12,3	12,4	12,54



Zdroj: JELEČEK (1995), BIČÍK *et al.* (2001), ŠTYCH (2007), *ČÚZK (2009), vlastní zpracování

Op – orná půda, LP – lesní plochy, TTP – trvalé travní porosty (louky + pastviny), JP – jiné plochy (zastavěné plochy + ostatní plochy + vodní plochy), TK – trvalé kultury (zahrady, sady, vinice, chmelnice), Vysvětlivky: Jednotlivé uzly představují roky uvedené v tabulce nad grafem, jeden čtvereček na ose x - roky představuje 4-leté období, na ose y - % představuje 1%

Graf č.2: Vývoj počtu obyvatel od 10. století na území českých zemí



Zdroj: ČSÚ (2009) - http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/obyvatelstvo_hu

Od roku 1848 do roku 1882 pokračuje prudký nárůst Op, který činí 3,5%, a naopak téměř stejný prudký pokles TTP.

JELEČEK (1995) tento trend zdůvodňuje rozmachem kapitalismu v zemědělství po roce 1848/9, kdy rychle rostoucí městské průmyslové obyvatelstvo rozšiřovalo trh s potravinami. Toto vyvolalo strmý nárůst Op do roku kolem 1882, kdy na našem území historicky k nejvyšší výměře Op a to 51,7%. Tento maximální nárůst končí a v období 1882 – 1897 dochází již k mírnému poklesu. Od konce 19. století dochází k výraznému propadu Op, za jehož hlavní důvod a příčinu považuje JELEČEK (1995) ekonomické důvody, neboť v konkurenčním prostředí se kapitál v zemědělství mohl efektivně uplatnit jen na úrodnějších plochách nebo s lepší polohou k trhu. Docházelo zde k tzv. diferenciální rentě, což je mimořádný zisk dosahovaný na pozemku s úrodnější půdou nebo s lepší polohou k trhu. Zvyšují se investice do těchto ploch, které jsou charakteristické střídáním hospodaření, chemizací a mechanizací, za účelem vyššího zisku. Hůře postavené plochy vedly k větším vkladům kapitálu, avšak diferenciální renta z nich byla menší. Tyto plochy byly tedy převáděny na TTP nebo byly zalesňovány. V důsledku toho roste mírně plocha TTP a výrazněji plocha lesa pozorovatelná až do počátku 20. let 20. století.

Podíl TTP od 20. let 20. století trvale klesá (zejména na níže položených územích) jako důsledek rozšiřování orných ploch a zastavěných ploch (komunikace, zástavba, železnice). Po roce 1948 podíl klesá převážně v důsledku rozorávání jako důsledek scelování pozemků. K trvalému růstu dochází až po roce 1989.

S prvorepublikovým rozvojem a rozmachem dopravního průmyslu (výstavba komunikací, železnic a další) a s rozvojem v zemědělském sektoru, dochází k opětovnému rapidnímu nárůstu Op, za 8 let o 2,6%. Díky tomuto trendu klesá podíl lesa a TTP. U jiných ploch (JP), kde je zahrnuta i opuštěná (nevyužívaná, neplodná, ladem nechaná) půda je pokles menší, jelikož v této kategorii je rozmělněna výstavba, která poklesy výměry této kategorie obecně snižuje.

Obrat zejména u JP nastává až s velkou hospodářskou krizí, která vypukla v roce 1929 a v Československu se projevila až se zpožděním.

V meziobdobí 1929 – 1933 dochází k rapidnímu nárůstu JP a naopak poklesu OP o 1,9% . Velký podíl na tomto poklesu měla hospodářská krize 1929-1933, která se velmi výrazně projevila zejména v oblasti Sudet, kde byla orientace zaměřena převážně na lehký (spotřebitelský) průmysl – obuvnický, kožedělný, nábytkářský a především textilní, který tvořil největší podíl na zaměstnanosti v průmyslu. BOČEK (2007) ve své práci uvádí v tehdejších krajích vysoký podíl obyvatelstva v textilním průmyslu na celkovém zpracovatelském průmyslu - severočeském (35%) ,východočeském (55%) a západočeském (22%). LÁNA (2008) uvádí pro orlickoústecký region dokonce 65% podíl obyvatelstva zaměstnaného v textilním průmyslu na celkovém počtu zaměstnaných v průmyslu.

NĚMEC (2010) uvádí, že hospodářská krize postihla nejprve zemědělství, ve kterém bylo zaměstnáno 60% obyvatel. Krize vedla k poklesu poptávky po průmyslovém zboží. Krize v průmyslu vypukla v roce 1930 a vrcholila v roce 1933, kdy byl zaznamenán 40% pokles. Pokles souvisel s exportním charakterem československého průmyslu, po překonání krize se Československu nepodařilo původní vývoz obnovit. Finanční krize se projevila nejvíce roku 1934, kdy došlo k devalvaci koruny. Krizí bylo nejvíce postiženo Slovensko, Podkarpatská Rus a české pohraničí, kde docházelo k velkému vystěhovalectví. Krize měla dopad na míru nezaměstnanosti - 920 000 nezaměstnaných (oficiálně).

Uvedená tvrzení dokládají pokles Op v důsledku poklesu zemědělské výroby, špatném odbytu bavlny, lnu a dalších. kvůli rapidnímu snížení poptávky, což vedlo k nárůstu JP.

Po odeznění krize dochází v období 1933-1948 k podobnému vývoji jako v období 1921 – 1929, pouze s rozdílem vyššího poklesu o 1,8% JP, který představoval téměř 142 000 ha (1 420 km²) a mírnému nárůstu lesa.

Po roce 1948 klesá výrazně i podíl orné půdy, zapříčiněný ve velké míře odsunem německého obyvatelstva z pohraničí. Pokles obyvatelstva činil téměř 2 milióny (viz. graf č. 1). Nově dosídlené obyvatelstvo nemělo většinou vztah k zemědělské půdě a převážně přešlo spíše do průmyslových odvětví. Velmi výrazný faktor je vytyčení vojenských prostorů, kde míra aktivit obyvatelstva byla výrazně omezena. Značný díl změny připadá taktéž na prostory zón v tzv. železné oponě, kde přístup a využití ploch byl zcela zakázán nebo velmi ztížen. S tímto souvisí rozsáhlý vzrůst lesních ploch.

Je nutné také zmínit data, které uvádí JELEČEK (1995), o celkové rozloze našeho státu (viz tab.č.2), která jsou v rámci vývoje také proměnlivá. Největšího rozdílu dosahuje rozloha mezi roky 1921-1933 a to 89 000 ha, což odpovídá asi 1,1% rozlohy našeho území v současnosti. I tento a jiné rozdíly v rozloze mohl mít vliv na statistiku využití ploch. Autor bohužel neuvádí, čím byl tento největší rozdíl v rozloze způsoben. Zřejmě šlo o ztráty území v rámci vyrovnávání hranic Československé republiky s Rakouskem, kde šlo o části území Valticka, Vitorazska a Cahnovska, či spor s Polskem o území Těšínska. Zápisy ve 20. letech 20. století mohly být provedeny později, proto mohlo dojít ke zkreslenému zápisu.

Tab.č.2: Vývoj rozlohy českých zemí

rok	1845	1882	1897	1921	1933	1948	1970	1990	1995	2009*
tis. ha	7932	7931	7933	7977	7888	7886	7890	7886	7886	7886,51

Zdroj: JELEČEK (1995), *ČÚZK (2009)

Vývoj lesních ploch

Podíl lesních ploch, jak uvádí JELEČEK (1995), se postupně od neolitické revoluce do poloviny 19. století zmenšuje na úkor rozšiřující se zemědělské půdy, převážně půdy orné. V průběhu let 1850 – 1870, jak uvádí autor, však dochází ke stagnaci poklesu lesních ploch a následně k trvalému růstu. Uhlí jako palivo zabránilo nadměrnému kácení lesa. Autor zmiňuje, že velké ekonomické i ekologické důsledky měla radikální změna druhové skladby lesů, které se staly spíše smrkovými monokulturami zaměřenými na produkci dřeva pro průmysl a stavebnictví, citlivými však na kyselost půdy. Kyselé deště v 2. polovině 20. století tyto lesy zejména na severu a severozápadě našeho území viditelně poškodily.

Za další významné příčiny změny území v lesní plochy, jak uvádí JELEČEK (1995) můžeme uvést růst cen dřeva, které začalo být surovinou i konstrukčním materiálem industrializace a ne pouze palivem a stavebninou jako dříve, dále pochopení a respektování významu krajinné funkce lesa (viz moderní lesní zákon z roku 1852 platný do 50. let 20. století) ve společnosti atd. Podíl lesa roste trvale od roku 1933.

2.1.3 Současný podíl lesních ploch na území ČR

Lesnatost na souši planety Země odhaduje HAUPTMAN *et al.* (2009) na 30%. Díky neustále se rozvíjející činnosti člověka se plocha lesů převážně zmenšuje.

Česká republika patří v mezinárodním srovnání mezi středně zalesněné státy (lesnatost ČR je 34,1 %, průměr v roce 2000 dle OECD 34,4 %), i když na evropském kontinentu mezi zeměmi OECD je osmou nejlesnatější zemí a výměra lesní půdy se postupně zvyšuje. (BÍZKOVÁ *et al.* 2005).

V tabulce č.4 a grafu č.1 na s.43 je patrný stálý nárůst podílu lesních ploch na našem území.

Rozloha lesní půdy v ČR dosahuje dle poslední inventarizace 2004, provedeném ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (dále jen ÚHUL), hodnoty 2 751 586 hektarů (dále jen ha), což při rozloze 7 886 895 ha odpovídá 34,88 % podílu lesních ploch na celkové rozloze našeho státu (ÚHUL).

Národní inventarizace lesů (dále jen NIL) je zjišťování stavu lesa, prováděné na celém území České republiky. Jejím úkolem je podat přesné souhrnné údaje o stavu lesů a dále při opakovaných šetřeních zejména o vývoji lesů v České republice z pohledu životního prostředí i z hlediska hospodářského využití (ÚHUL). Inventarizace probíhají od 50. let 20. století a jsou obnovované po 10 letech. Současná inventarizace je oproti minulým zaměřená na co nejdetailnější šetření lesa nejen ve spojitosti s hospodářským využitím, ale také z hlediska životního prostředí.

ÚHUL uvádí, že do programu NIL ČR se zahrnují pozemky, které v daných podmínkách mají charakter lesa a jsou porostlé lesními dřevinami. Rozlišujeme 2 základní kategorie - LES a NELES.

NIL je nejpřesnějším zachycením reálného stavu podílu lesa na našem území, jelikož jsou údaje opřeny o údaje jak fyzicky zjištěné v terénu, tak podepřeny i leteckými ortofoty. ÚHUL uvádí, že šetření NIL bylo provedeno celkem na 39 434 plochách. Z toho bylo 14 220 zjištěno jako les a 25 214 jako neles. Inventarizací se provádí fyzické zjišťování údajů, uvedených v příloze k nařízení vlády č. 193/2000 Sb, a to na plochách v územích o základním rozměru 2x2 km, rozmístěných v pravidelné síti ve všech lesích na území České republiky. Každá plocha se skládá ze dvou vzájemně nesouvisejících částí kruhového tvaru o poloměru 12,62 m, jejichž středy jsou od sebe vzdáleny 300 m. Měření proběhlo v letech 2001 až 2004. Na ploše byly zaznamenávány údaje, mezi které patří např. základní šetření na inventarizační ploše (kraj, souřadnice, přírodní lesní oblast, lesní typ a další), popis a měření stromů, pařezy, odumřelé dřevo a další.

Rozdíl v podílu lesních ploch a jejich hektarové výměry na území České republiky zaznamenaných NIL a jinými způsoby je značný. Tab. č.3 uvádí dle různých způsobu určení,

rozdíl podílu lesních ploch na celkové ploše území téměř 1,5% oproti záznamům z katastru nemovitostí. Tento rozdíl odpovídá více jak 100 000 ha.

Tab. č.3: Porovnání ploch lesa ke stavu v roce 2004 zjištěných různými způsoby

Způsob zjištění	ha	%
Plocha kategorie LES (lesních porostů dle metodiky NIL+bezlesí) dle ortofoto snímků	2 751 586	34,9
Porostní půda ze schválených LHP	2 589 162	32,8
Plocha lesních pozemků převzatá z KN	2 644 168	33,5

Zdroj: ÚHUL (výsledky NIL ČR), Pozn. LHP – lesní hospodářský plán, KN – katastr nemovitostí

BŘEZINA, NOVÁK (2007) uvádějí roční zalesňování v období 2000 – 2005 kolem 2 000 ha zemědělské půdy, převážně málo kvalitních půd v marginálních oblastech. Tento údaj koresponduje s údaji v tabulce č.4.

BÍZKOVÁ *et al.* (2005) zmiňuje, že novým problémem je vznik neobhospodařované zemědělské půdy ležící ladem a zarůstající plevellem. Český statistický úřad (ČSÚ) její rozsah odhaduje na 300 000 ha. Další zajímavý údaj zmiňuje DOHNÁLKOVÁ (2007), která uvádí 82 500 ha opuštěných z celkového počtu 550 000 ha polopřírodních luk a pastvin.

Ze šetření NIL (viz výše) vyplývá rozloha lesní půdy v roce 2004 2752 tis. ha, což nekoresponduje s údajem v tab. č.2, kde rozloha lesní půdy v roce 2004 činí 2646 tis. ha.

Tab. č.4: Vývoj výměry lesních ploch v České republice v letech 1920 – 2004

Vývoj výměry lesní půdy (v tis. ha)													
	1920	1930	1945	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2001	2002	2003	2004
Plocha	2 369	2 354	2 420	2 479	2 574	2 607	2 624	2 630	2 637	2 639	2 643	2 644	2 646

Zdroj: ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD in BÍZKOVÁ *et al.* (2005)

Tento rozdíl je přibližně 100 000 ha. Velký díl na této výměře pravděpodobně připadá na pionýrskou vegetaci, která se rozšířila na plochách polí, luk a pastvin ležící ladem.

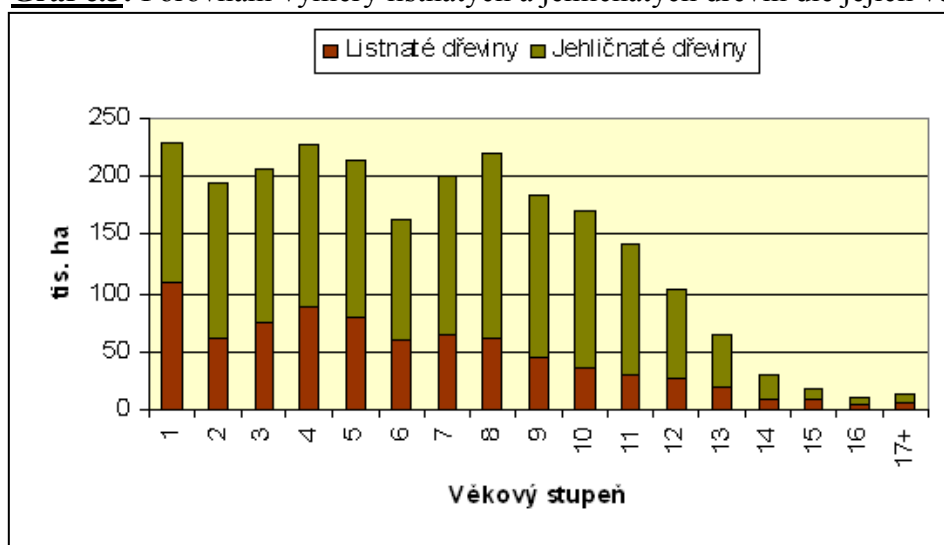
Z NIL dále vyplývá, že dvoutřetinovému (67%) podílu plochy lesů v České republice dominuje půdní typ kambizem, který je typický pro většinu lesů středních poloh, chudší stanoviště nižších poloh a pokrývá rozsáhlá souvislá území. Poměrně často se lze setkat s pseudoglejí (8,5 %), kryptopodzolem (6,3 %) a podzolem (4,9 %).

Lesy se vyskytují převážně ve výškách 300-600 m n. m. a to podílem téměř 60% z celkových lesních ploch, významný je ještě podíl 13% mezi 700 – 800 m.

Z lesních vegetačních stupňů dominují stupně přirozeně zastoupené bukem. Nejvíce je zastoupen dubobukový (23%), jedlobukový (23%), smrkodubový (17%) a bukodubový (10%) lesní vegetační stupeň. Velký podíl těchto dřevin je však nahrazen smrkem ztepilým nebo jeho monokulturami. Smrk ztepilý obecně dominuje naším lesům a to 53% u stromů s průměrem kmene > 12 cm (v 1,3m od paty kmene) a také od 7 až 11,9 cm, kde je však podíl nižší a to 45% (ÚHUL, výsledky NIL)

Na našem území převažují jehličnaté stromy a to podílem 75,6% oproti listnatým dřevinám (24,4%) k roku 2007. Podíl listnatých dřevin však stoupá. V roce 2007 je uvedených 24,4% oproti roku 1990, kdy byl podíl 21% (ÚHUL in ČSÚ 2010). Věkový podíl jehličnatých a listnatých dřevin uvádí následující graf č.3

Graf č.3: Porovnání výměry listnatých a jehličnatých dřevin dle jejich věkových stupňů



Zdroj: ÚHUL

Tab. č.5: Věkové rozpětí jednotlivých věkových stupňů

Věkový stupeň	Věk	Věkový stupeň	Věk	Věkový stupeň	Věk
1	1-10	7	61-70	13	121-130
2	11-20	8	71-80	14	131-140
3	21-30	9	81-90	15	141-150
4	31-40	10	91-100	16	151-160
5	41-50	11	101-110	17+	nad 160
6	51-60	12	111-120		

Zdroj: ÚHUL, upraveno

2.2. Půdní znaky a vlastnosti

Zabýváme se uvedenými půdními znaky a vlastnostmi, podle nichž pozorujeme dynamiku proměny půdního prostředí v čase po ukončení zemědělské činnosti. Dále podle vybraných půdních znaků můžeme odhadnout intenzitu stírání rozdílu mezi bývalou ornou půdou a lesní půdou.

Za půdní znaky považujeme fenomény postižitelné smyslově (makroskopicky) a to často přímo v terénu. Jsou to zejména hloubka půdy a humusového horizontu, barva půd, jejich struktura, zrnitostní složení, skeletovitost, vlhkostní poměry a konzistence TOMÁŠEK (2003). VALLA *et al.* (1980) k nim dále přiřazují např. novotvary, prokořenění a biologické oživení a zejména charakter přechodů horizontů.

Půdní vlastnosti se od půdních znaků odlišují tím, že jsou analyzovány v laboratorních podmínkách určitými laboratorními metodami. Určitou výjimku tvoří zejména zrnitostní složení, které makroskopicky zhruba rozpoznáme v terénu a poté přesněji laboratorně ověřujeme. Na rozdíl od půdních znaků je většina půdních vlastností kvantifikovatelná. Mezi půdními vlastnostmi uvádí TOMÁŠEK (2003) např. obsah humusu, složení humusu, obsah karbonátů, půdní reakce, nasycení sorpčního komplexu, objemová a měrná hmotnost a další.

My jsme se v naší studii zaměřili především na barvu orničního horizontu, na analýzu změny barevné hodnoty v časovém horizontu od opuštění orné půdy a její přeměny v les. Dále jsme pozorovali charakter přechodu horizontů a mocnost nově vzniklého lesního humusového horizontu Ah. Z půdních vlastností jsme se zaměřili na půdní reakci aktivní pH H₂O a výměnnou pH KCl a obsah půdní organické hmoty (SOM).

2.2.1 Vybrané půdní znaky

2.2.1.1 Barva

Barva je jeden z nejdůležitějších půdních znaků. Můžeme podle ní usuzovat charakter matečného substrátu.

Intenzitou tmavohnědých, šedých až černavých odstínů můžeme usuzovat obsah a do jisté míry i složení humusu. Světlejší partie v ornici po orbě poukazují na přiorané spodnější horizonty půdního profilu (TOMÁŠEK 2003).

Barva je podmíněna zejména organickými složkami a obsahem sloučenin železa a manganu. Jednotlivé složky mají na barvu následující vlivy:

- 1, organické substance – udělují půdnímu materiálu podle množství, povahy a stupně rozkladu černou, hnědočernou nebo šedou barvu
- 2, oxidované sloučeniny železa a manganu – podmiňují hnědé, červené, černohnědé nebo hnědočerné zbarvení

3, redukované sloučeniny železa – podmiňují zelenavé, žlutavé, modravé, šedé nebo modré barevné odstíny

Světlé barevné tóny jsou charakteristické pro horizonty, kterým chybí nebo mají jen nepatrný podíl organické substance a sloučenin železa a manganu. Obsahují především bezbarvý křemen a slabě zbarvené silikáty (SMOLÍKOVÁ 1982).

Pro hodnocení barvy se používá dvou způsobů, subjektivního a objektivního (VALLA *et al.* 1980). Častější je však hodnocení objektivní, které se provádí porovnáním barvy s předepsanou barvou škály barevného vzorníku. My jsme použili široce používanou Munsellovu stupnici.

Tato stupnice se skládá ze 3 složek:

1. Základní barva (spektrální rozsah, anglicky hue), které jsou červená (R), žlutá (Y), zelená (G), modrá (B) a nachová (P) nebo přechod mezi těmito barvami (př. YR). Před písmenem barvy se uvádí číslo, které značí převládající (7,5 nebo 10) nebo potlačenou barvu (2,5) na prvním místě. Např. barevné označení 10 YR značí převládající žlutou barvu.
2. Odstín barvy (anglicky value) je měřítkem stupně podobnosti barvy k bílé nebo rozdílu od černé. Uvádí se na prvním místě za barvou, př. 10 YR 3/2.
3. Stupeň intenzity barvy (anglicky chroma). Uvádí se na druhém místě za barvou, př. 10 YR 3/2

Určování barvy se podle více autorů v terénu provádí za přirozené vlhkosti nebo za mírného navlhčení. Méně časté je určení za sucha. Rozdíly v barvě mohou totiž činit poměrně významné rozdíly.

Barva jako půdní znak je velice kvalitní poznávací prostředek, ale jak uvádí SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL (2002), dochází přesto často k interpolování barvy mezi jednotlivými barevnými odstíny a intenzitami, které je závislé na barevné citlivosti každého jedince.

2.2.1.2 Charakter přechodu horizontů

Tento znak nám určuje míru intenzity procesů jednotlivých horizontů mezi sebou. Ten nám může určit zejména svou ostrostí přetrvávání znaků zemědělské činnosti. Stírání tohoto přechodu zejména bioturbační činností organismů v lesní půdě vykazuje jeho odbourávání a mizení znaku zemědělské činnosti, kterým je pravidelná orba a její ostrý přechod do podorničí. VALLA *et al.* (1980) definuje tyto přechody:

ostrý – zóna přechodu < 1,5 cm (ostrý – rovný, ostrý – šikmý, ostrý – jazykovitý)
zřetelný – zóna přechodu 1,5 – 4 cm (zřetelný – zvlněný)

pozvolný – zóna přechodu 4 – 15 cm, difuzní – zóna přechodu > 15 cm

Obr. č.10: Jednotlivé přechody mezi horizonty



Zdroj: ROHOŠKOVÁ M. – <http://soil.ic.cz/pgs/uvod.pdf>

V dějinách evropského zemědělství se objevují první primitivní oradla mezi druhým a prvním tisíciletím př. n. l. Šlo především o primitivní oradla trojúhelníkovitého tvaru, který se postupně stával asymetrickým a odhrnoval půdu převážně na jednu stranu. Pozdějším zdokonalováním již pluh půdu odkrajoval a obracel. Známá jsou slovanská rádla plazová i bezplazová, háky a zejména záhonový pluh s trojúhelníkovou radlicí a širokou dřevěnou odhrnovačkou. Rádla a záhonové pluhy kypřily půdu jen do malé hloubky a neumožňovaly obracení skývy. Základní obrat ve vývoji oradel nastal v roce 1783, kdy Skot James Small upravil brabantský a flanderský pluh v tzv. skotský pluh, který se rozšířil nejen po celé Evropě, ale i do Ameriky. Tento pluh měl trojúhelníkovitou radlici, úzký plaz a dlouhou šroubovitou odhrnovací desku, takže půdu výborně obracel, ale neuspokojivě ji drobil. Byl to první pluh s novým prvkem obracení skývy.

O zdokonalení pluhu a vznik prototypu válcové odhrnovačky (ruchadla), která půdu nejen kypří a obrací, ale i drobí, se zasloužili v letech 1824 až 1827 nevlastní bratřenci František a Václav Veverkové z Rybitví u Pardubic. Ruchadlo mělo zesílenou slupici, mírně upravený nos plazu a namísto tradiční radlice s krojidlou a dřevěnou odhrnovačkou mělo kovovou obdélníkovou desku, v dolní části mírně válcovitě vydutou, s vertikální rovinou svírající úhel větší než 45 stupňů a dnem brázdy úhel 60 až 70 stupňů. Toto postavení radlice šikmo v úhlu proti tahu umožnilo, že rozorávaná půda se převracela na jednu stranu. Nová radlice tak převzala funkci krojidla a odhrnovačky. Orba ruchadlem byla méně namáhavá a především kvalitnější v tom, že se skýva dobře obracela a drobila. Ruchadlo podstatně snížilo požadavky na tažnou sílu a umožnilo orbu i slabšími potahy spolehlivě až do hloubky 22 cm, což bylo důležité u nově zaváděných plodin, zvláště brambor a cukrovky. Uspadnilo dokonalejší zpracování i přeschlých a zatvrdlých půd, stejně jako zaorávání jetelišť, čímž přispělo významně k zavádění pravidelného střídání plodin a k pronikavému zvyšování

hektarových výnosů v našich podmínkách. Ruchadlo se pro svoje přednosti a kvality velmi rychle rozšířilo po Čechách, na Moravu i do sousedních států (SO 2010).

2.2.1.3 Hloubka humusového horizontu

Hloubka humusového horizontu je závislá na aktivitě půdních organismů a intenzitě rozkladu organické hmoty, které závisí na klimatických podmínkách a expozici svahu. Velmi významným faktorem ovlivňujícím hloubku humusového horizontu je zemědělská činnost člověka, zejména orba půdy. Zvyšuje hloubku prohumózněné vrstvy, způsobuje výraznější provzdušnění a s tím zrychlení rozkladný procesů a další. Odlesnění a zemědělská činnost svými zásahy často na svažitéjších pozemcích urychlují odnos z humusového horizontu a podporují erozní procesy, které snižují jak mocnost humusového horizontu, tak mocnost celého půdního profilu.

Tab. č.6: Hodnocení mocnosti humusového horizontu a hloubky půdy

pod 18 cm	mělká hloubka humus.	pod 30 cm	mělká půda
18 – 25 cm	střední hloubka humus.	30-60 cm	středně hluboká půda
26 – 30 cm	hluboká hloubka	60-120 cm	hluboká půda
nad 30 cm	velmi hluboká hloubka	nad 120 cm	velmi hluboká půda

Zdroj: TOMÁŠEK (2003)

2.2.2 Vybrané vlastnosti

2.2.2.1 Humus a půdní organická hmota (SOM)

Humusem se rozumí soubor všech odumřelých organických látek rostlinného i živočišného původu, smíšených či nesmíšených s minerálním podílem. Významně ovlivňuje všechny půdní vlastnosti, sorpční schopnost, pórovitost, strukturnost, podílí se na úrodnosti půd (VALLA *et al.* 1980).

Naopak BEDRNA *et al.* (2002) považují za humus pouze amorfní a koloidní směs složitých organických látek s nerozlišitelnou strukturou, tzv. humusové látky, dělicí se na fulvokyseliny, huminové kyseliny a huminy a nehuminové látky (aminokyseliny, cukry, tuky a další).

Odumřelé organické látky v půdě podléhají vlivem půdní mikrofauny a mikroflóry složitým přeměnám a procesům, které se obecně označují jako humifikace. Jde o biochemický proces, jehož intenzita a charakter jsou podmíněny aktivitou mikrofauny a mikroflóry a na jehož průběhu se podílejí jak rozkladné, tak i syntetické procesy.

Půdní organická hmota (SOM – soil organic matter)

Pod pojmem organická hmota rozumíme soubor všech neživých organických látek nacházejících se v půdě či na jejím povrchu. SOM má svůj původ ve zbytcích rostlin a živočichů nacházejících se v různém stupni rozkladu. I když nemá kvantitativní převahu nad částí minerální, je přítomnost SOM v půdě velmi důležitá, má podstatný vliv na fyzikální i chemické vlastnosti půdy (HANULÍK 2006).

SOM je v širším pohledu soubor organických látek, akumulovaných v půdě na půdě, promíchaných nebo nepromíchaných s minerálním podílem (BEDRNA *et al.* 2002).

BEDRNA *et al.* (2002) zahrnují do termínu organické hmoty biomasu organismů, mrtvou organickou hmotu (kořeny a zbytky rostlin s rozlišitelnou strukturou) a amorfni a koloidní směs složitých organických látek s nerozlišitelnou strukturou

Půdní organickou hmotu můžeme podle stupně jejího rozkladu členit následujícím způsobem (BEDRNA *et al.* 2002) :

Humusotvorný materiál – odumřelé zbytky rostlin, organismů nepodléhající dosud transformačním pochodům

Meziprodukty rozkladu a syntézy – mezistupně přeměn humusotvorného materiálu – látky nespecifické

Humus – organická hmota prošlá humifikačními pochody – látky specificky půdní

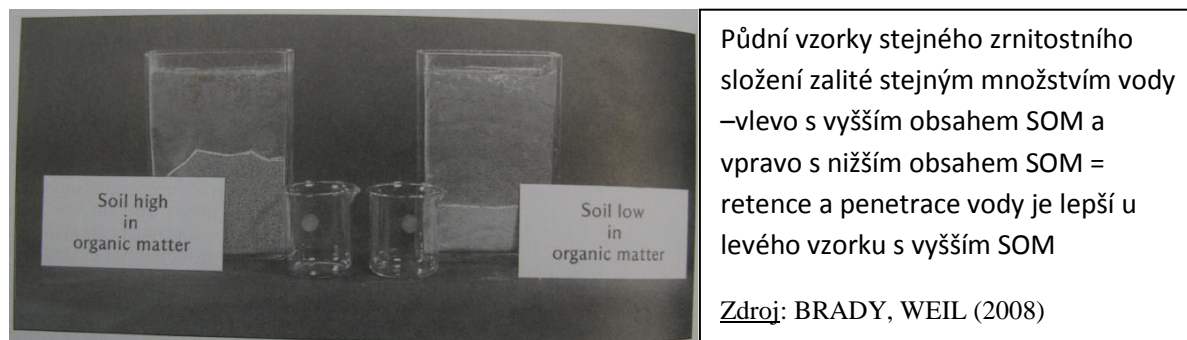
SOM byla později pro laboratorní účely více specifikována a to tak, že jako SOM je chápán všechn organický materiál v půdě, jehož částice jsou menší než 2 mm (BURT 2004).

V podstatě ale můžeme zůstat u původního chápání SOM jako sumy veškerého přírodního a termicky, biologicky změněného organického materiálu v půdě nebo na jejím povrchu, bez ohledu na jeho zdroj. Jsou v ní zahrnuty živé i neživé organismy (bez nadzemních orgánů rostlin) a to bez ohledu na stupeň dekompozice (BLÁHOVÁ 2009).

FUNKCE SOM

SOM stabilizuje půdní částice a tím snižuje míru eroze. Zlepšuje půdní strukturu, zvyšuje aeraci, schopnost penetrace vody a její retenční kapacitu (viz obr. č.11), ovlivňuje půdní reakci (pufrační schopnost), vytváří prostředí pro tvorbu komplexů. Vytváří prostředí pro cirkulaci živin (C, N, P, a dalších) a pro půdní mikroorganismy. Podíl obsahu organické hmoty v půdě do značné míry rozhoduje o soudržnosti agregátů a jejich odolnosti vůči rozplavení. O vlivu na erodovatelnost půdy nerozhoduje jen kvantita, ale také kvalita organické hmoty (BLÁHOVÁ 2009).

Obr. č.11: Vliv vyššího množství SOM na retenci vody



V rámci biologických vlastností je SOM zásobárnou energie, zdrojem živin, ovlivňuje rezilienci ekosystému, má vliv na aktivitu enzymů, společenstva organismů a růst rostlin. Složky huminových kyselin působí pravděpodobně jako regulátory specifických růstových funkcí. Z pohledu fyzikálních a chemických vlastností mimo jiné stabilizuje strukturu půdy, má vliv na retenci vody, kationtovou výměnou kapacitu a další. Z výsledků výzkumů je dále možné vyvodit, že poměrně malé změny v obsahu půdní organické hmoty mohou způsobit změny v důležitých vlastnostech půdy, jako je např. stabilita agregátů, mineralizace dusíku a další (BEDRNA *et al.* 2002).

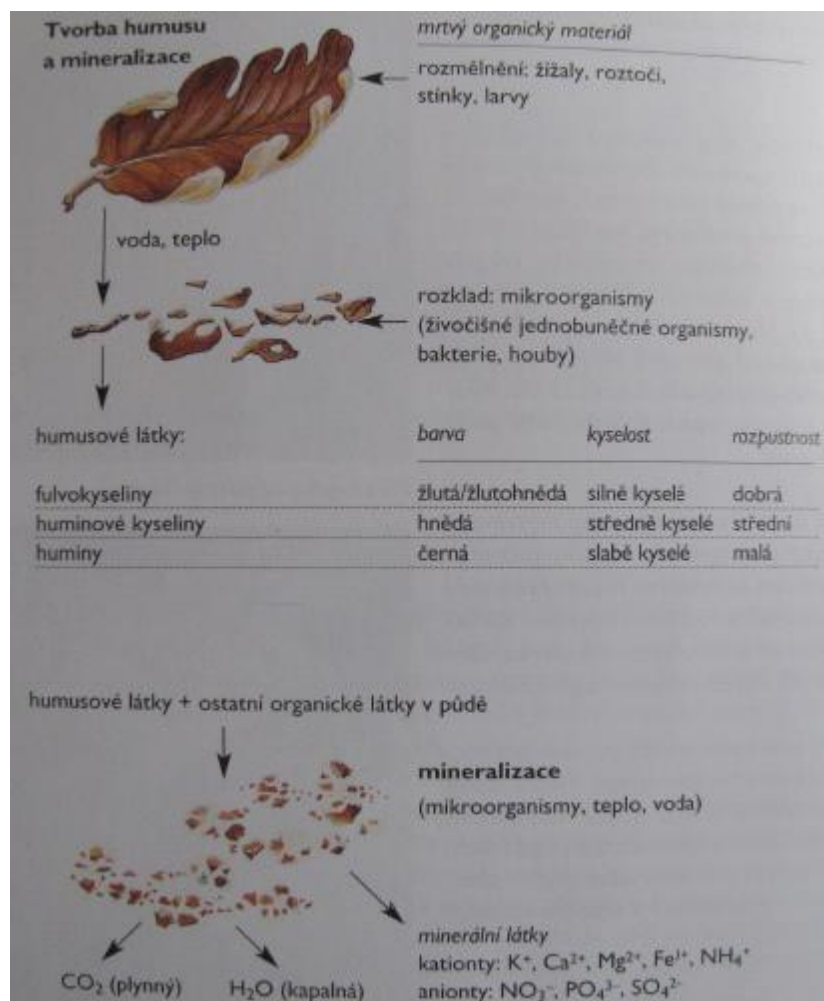
SOM je schopný vytvářet v půdě organo-minerální komplexy, které přispívají k tvorbě stabilnějších agregátů (LEDVINA *et al.* 1999). Dále má organická hmota v půdě vliv na intenzitu infiltrace. S vyšším obsahem organické hmoty se intenzita infiltrace se zvyšující se vlhkostí snižuje pomaleji než u půd chudých na organickou hmotu (BOHUSLÁVEK *et al.* 2003 in HANULÍK 2006).

FAKTORY PUSOBÍCI NA ROZKLAD SOM

Obsah SOM závisí na míře mineralizace, jež v půdě probíhá. Ta se do značné míry odvíjí od složení biomasy, činnosti půdní fauny a mikroorganismů.

Na rozkladu organické hmoty a jejím zapracování do půdy se podílejí půdní mikroorganismy. Rostlinné a živočišné zbytky, které jsou na povrchu nebo v horním horizontu půdy průběžně ukládány, jsou těmito organismy zpracovány a rozkládány až na CO₂ a H₂O a jednoduché anorganické sloučeniny nebo jsou rozkládány a následně syntetizovány do humusových forem.

Obr. č.12: Zjednodušená tvorba humusu a mineralizace



Zdroj: BERGSTEDT *et al.* 2005

BEDRNA *et al.* (2002) uvádí, že mikroorganismy jsou odpovědné za 80-95 % mineralizace uhlíku, podíl fauny na mineralizaci je mezi 5-13 %.

Činnost půdních živočichů spočívá hlavně v mechanickém zpracování mrtvé organické hmoty, na jejím dalším rozkladu se podílejí bakterie. Při dostatečném přístupu vzduchu dochází díky jejich činnosti k mineralizaci, za omezeného přístupu vzduchu dochází k rašelinění organické hmoty a uplatňují se bakterie anaerobní (LEDVINA *et al.* 1999).

Mineralizaci SOM podporuje dobrá provzdušněnost půdní hmoty, která koreluje s písčitéjším zrnitostním složením, ta je např. u regozemí. V písčité půdě probíhá mineralizace rychleji než v půdě hlinité a jílovité.

Mineralizovatelnost SOM souvisí také se skutečným obsahem SOM v půdě a koloběhem (opad, hynutí, přírůstky, hromadění) organické hmoty v přírodě. Tento faktor však není rozhodující, neboť přírodní proces probíhá v nevhodných podmínkách pomaleji, i když je v půdě vysoký obsah organických látek (organozemě, gleje). V příznivých ekologických

podmínkách mineralizace probíhá velmi rychle i při nízkém obsahu SOM (arenické regozemě) (BEDRNA *et al.* 2002).

Proces přeměny a míra organické hmoty je spojován s enviromentálními faktory (teplota, vlhkost), substrátem a dalšími a tudíž se mění podle fyzickogeografických regionů.

Akumulace SOM je výsledkem řady faktorů. Podle STEVENSONA (1986 in BEDRNA *et al.* 2002) ji můžeme vyjádřit vztahem $C \text{ nebo } N = f(c_l, r, o, p, t)$, kde c_l je klima, r – topografie nebo reliéf, o – vegetace a organismy, p – půdotvorný materiál a t – čas.

My se zde zmíníme o faktoru klimatu, vegetace, organismů a půdotvorném faktoru.

KLIMA

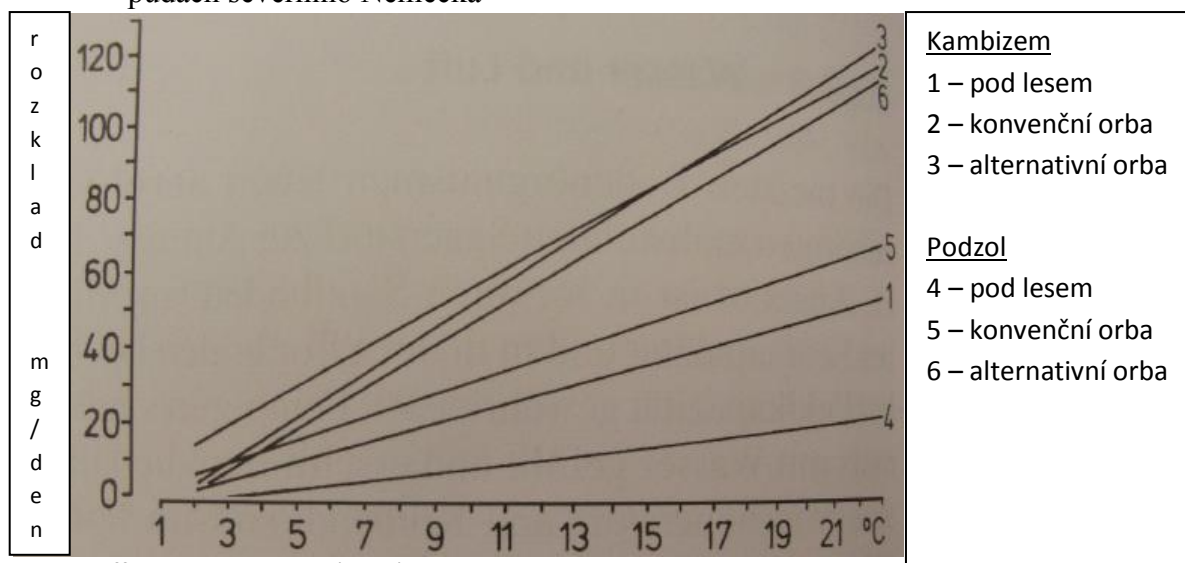
BEDRNA *et al.* (2002) zmiňuje klima jako nejdůležitější faktor, který má vliv na druhové složení vegetace, na množství produkované biomasy a intenzitu mikrobiální aktivity v půdě.

Teplota výrazně ovlivňuje dekompozici organických látek v půdě, kdy v teplejších oblastech dochází k urychlení mineralizace.

Jak uvádí SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL (2002) leží teplotní optimum většiny organismů mezi 10 – 35 °C. Biochemické aktivity v půdách vzrůstají obecně s vzrůstající teplotou nezávisle na klimatickém regionu, přičemž v intervalu mezi 5 – 30 °C o 10 °C se vyznačuje 2 – 3x vyšší mikrobiální aktivitou. Např. rozklad zakopané celulózy je silně závislý na půdní teplotě. Čím vyšší teplota, tím se objem rozložené hmoty zvyšuje (viz graf č.4). Teploty pod bodem mrazu vedou u většiny půdních organismů k přerušení aktivity nebo k přesunu do větších hloubek.

Graf ukazuje vysokou rozkladnou činnost v proorávané orné půdě. Zde dochází k provdušňování půdy a ke zrychlování rozkladu a tím dále spojenou mineralizaci. Pod lesem díky neprovádění orby dochází k výrazně pomalejšímu rozkladu. U podzolu je aktivita nejnižší, je zde pravděpodobně mnohem méně půdních rozkladačů než u kambizemě.

Graf č.4: Vliv teploty na míru rozkladu zakopané celulózy v kambizemních a podzolových půdách severního Německa



Zdroj: Scheffer, Schachtschabel (2002), upraveno

VEGETACE A ORGANISMY

BEDRNA *et al.* (2002) uvádí vyšší množství SOM pod travními porosty než pod lesy, mimo jiné z důvodu vyšší syntézy humusu v mohutnější rhyzosféře.

U lesních půd jsou značné rozdíly u opadavého lesa na bohatších stanovištích s dostatečným zásobováním Ca ve srovnání se stanovišti kyselými s nedostatkem Ca, kde se bude surový humus akumulovat na povrchu půdy a vlastní humus v několika málo centimetrech povrchového horizontu.

Míra mineralizace se v průběhu roku působením řady vlivů mění. HANULÍK (2006) zmiňuje, že na obhospodařovaných půdách se uplatňuje vliv vegetačních fází pěstovaných plodin. V různých fázích růstu plodiny je různá i aktivita mikroflóry způsobující mineralizaci uhlíku. NOVÁK *et al.* (1998 in HANULÍK 2006) uvádí v období maximálního růstu plodiny (např. kukuřice), které je provázeno vysokou aktivitou půdní mikroflóry, pokles organického uhlíku až o 20 %.

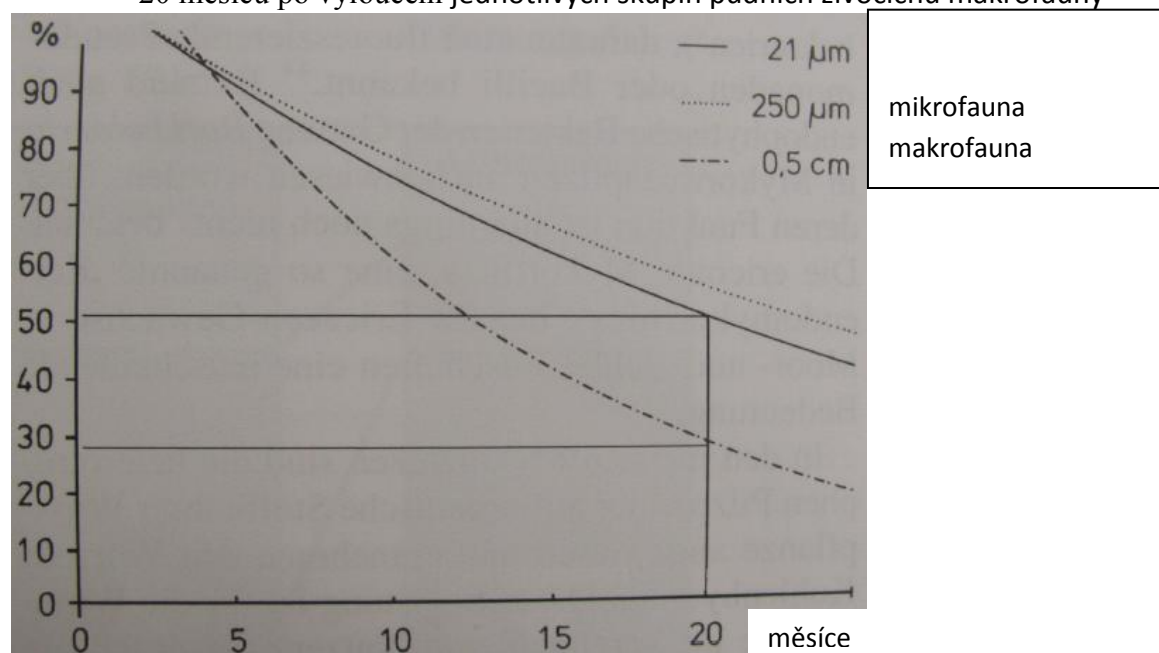
Toto tvrzení můžeme vztáhnout také na využití louky nebo lesa, kde místo růstu plodin probíhá růst bylinného patra.

Úloha půdních organismů hraje hlavní roli při rozkladu SOM. Změny ve složení dekompozitorů (rozkladačů) mohou výrazně ovlivňovat dekompoziční procesy a akumulaci nebo ztráty SOM. K těmto změnám může docházet z důvodu chemického složení a biologické rozmanitosti organických látek.

Složení edafonu je závislé na stanovištních podmínkách. Kvalita a kvantita se odlišuje v závislosti na klimatu, reliéfu, vegetaci, půdní formě, půdní hloubce a biocenóze. Při

rozkladu organických látek se aktivují společně nebo následně různé organismy v potravním řetězci. Mnoho mikroorganismů se specializuje na určitou skupinu látek, po jejíž spotřebě jsou nahrazeny jinými organismy. Tyto potřebují ke svému životu přeměněné produkty, mrtvé nebo živé tkáňové buňky, poté opět jsou nahrazeni jinými organismy. Výpadek jedné skupiny nebo specializovaných živočichů může znamenat vážné narušení ekosystému. Např. výpadek makrozoedafonu může významně ovlivnit rozklad hrabanky, jelikož menší živočichové jsou odkázáni na mechanický rozklad a promísení s minerální složkou těmito živočichy (viz graf.č5). Makrozoedafon má ještě velký význam při provzdušňování půdy.

Graf č.5: Míra rozkladu hrabanky (v %) v kambizemi pod smíšeným bukovým lesem během 20 měsíců po vyloučení jednotlivých skupin půdních živočichů makrofauny



Zdroj: SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL (2002), upraveno

Graf ukazuje míru rozkladu hrabanky. Křivka s makrofaunou vykazuje během 20 měsíců 60% rozklad, zatímco křivka s mikrofaunou, ale bez makrofauny 50%, rozklad. Nejmenší množství rozkladu je u křivky, kde se vyskytují pouze živočichové pod 21 µm.

PŮDOTVORNÝ SUBSTRÁT

Každá půda má určitou schopnost schránit SOM (BEDRNA *et al.* 2002), což je dáno např.:

- chemickým složením půdních minerálů
- zastoupením vícemocných kationtů a jejich schopností tvořit komplexy s organickými molekulami

Analýzy různých půdních typů ukazují, že půdy s vyšším CaCO_3 a amorfního Al a Fe mají vyšší obsah SOM (SOMBROEK *et al.* 1993 in BEDRNA 2002). Obsah SOM je ovlivněn rovněž texturou jednotlivých materiálů. Při konstantních dalších faktorech mají těžší půdy vyšší SOM ve srovnání s lehkými. Záleží i na druhu jílových minerálů, pozitivní roli zde hrají minerály ze skupiny montmoriollitu.

VLIV KULTIVACE

Na obsahu organické hmoty v půdě se dále významně podílí i způsoby obhospodařování. Orba představuje radikální zásah, který zvyšuje aktivitu aerobních mikroorganismů a působí vznik převahy tzv. oxidačního trendu. Intenzita mineralizace organické hmoty půdní mikroflórou se radikálně zvyšuje. Obsah organické hmoty klesá na 75-50 % původní panenské úrovně (HANULÍK 2006).

BEDRNA *et al.* (2002) tvrdí, že obsah humusu v povrchových vrstvách středoevropských černozemí se snížil po jejich zornění z 5-6 % na cca poloviční hodnotu 2-3 %. Autor dále uvádí, že k úbytku humusu mineralizací může po zornění dojít prakticky ihned.

Ponechání posklizňových zbytků naopak vede ke zvyšování a posléze vyrovnání tohoto úbytku organického uhlíku. K omezení oxidačního trendu dochází také aplikací organických hnojiv a méně intenzivní orbou popřípadě bezorebnou kultivací. Hnojením lze obsah organické hmoty v půdě významně ovlivňovat, protože je však harmonogram aplikací hnojiv velice různorodý, lze jen stěží paušálně stanovit, kdy v průběhu roku je jejich účinek na obsah organické hmoty v půdě významnější.

Výše zmíněné můžeme předpokládat i pro les, trvale travní porosty, trvalé kultury a další. Disturbanční efekty těžby nebo rozorávání půdního povrchu divokými prasaty vede k zrychlené mineralizaci. Ke zvýšení naopak dochází aplikací hnojiva, zde to mohou ovlivňovat také živočišné exkrementy, pastva dobytka a další.

Organický uhlík (SOC – soil organic carbon)

Při detailnějším pohledu na složení SOM je zřejmé, že organický uhlík C_{org} je hlavní komponentou. Je obsažen v buňkách všech organismů, to znamená, že pokud je SOM složena z rostlinných a živočišných zbytků, pak organický uhlík je právě uhlík zakomponovaný v buňkách. Souhrnně: organický uhlík je uhlík obsažený a) v rostlinných a živočišných zbytcích, ať už se nacházejí v jakémkoli stupni rozkladu; b) uhlík obsažený ve stabilním humusu, který se tvoří z organických zbytků; a nakonec c) veškerý zbytkový uhlík, který je téměř inertní, tj. zuhelnatělé částice (kousky uhlíků, zbytky po případných požárech) (NELSON, SOMMERS 1996 in BLÁHOVÁ 2009).

Obsah organické hmoty v půdě je měřen na základě stanovení obsahu organického uhlíku (C_{org}).

Organický uhlík v půdě lze kvantifikovat. Metody extrakce jsou různé, lze použít suchou či mokrou metodu. V Čechách se užívá pro organický uhlík stanovený mokrou oxidací název oxidovatelný uhlík (C_{ox}). Ten se určuje pomocí titračních metod, jež jsou založeny na principu zoxidování organického uhlíku chromsírovou směsí při zvýšené teplotě (TOMAN, KADLEC 2004 in HANULÍK 2006).

Lze jej také určovat pomocí CNS, CS nebo CN analyzátorů využívajících rozdílné odrazivosti spektra. Dále lze zhruba podíl organické hmoty určovat pomocí metody LOI postupným spalováním v muflové peci a následným vynásobením koeficienty, které udávají % podíl C, nejčastěji udávaných 58%.

Vztah mezi objemem organického uhlíku a objemem SOM byl stanoven tzv. Van Bemmelenovým faktorem, který má hodnotu 1,724 (někdy je tento faktor nazýván Welteho koeficientem). Po vynásobení organického uhlíku tímto faktorem získáme množství SOM. Jinak řečeno, organický uhlík představuje zhruba 58 % objemu SOM (BURT 2004, HONSA 2004 in BLÁHOVÁ 2009).

Toto číslo je ovšem zcela orientační a v některých případech nemusí reprezentovat skutečnost. Jak již vyplývá ze samé podstaty půdy a přírody vůbec, obsah organického uhlíku v půdní organické hmotě není konstantní. BROADBENT (1953 in BLÁHOVÁ 2009) prezentuje zjištění, že v nejsvrchnější vrstvě půdy je obsah organického uhlíku nižší než ve vrstvách hlubších. Dokonce udává i číselné hodnoty, faktor povrchové vrstvy se většinou pohybuje mezi 1,8 a 2, u podpovrchové vrstvy je to kolem 2,5. Nicméně tato variabilita většinou zůstává zanedbávána a počítá se s faktorem 1,724 (BLÁHOVÁ 2009). Tuto hodnotu koeficientu využijeme i my při našem přepočtu.

Dále je nutno zmínit obsah uhlíku u jednotlivých druhů humusových látek, z nichž se fulvové kyseliny rozkládají nejrychleji (10-50 let), zatímco u huminových kyselin se doba rozkladu odhaduje na stovky let (BEDRNA *et al.* 2002).

Tab. č.7: Průměrné složení některých humusových látek a některých molekul obsažených v rostlinách

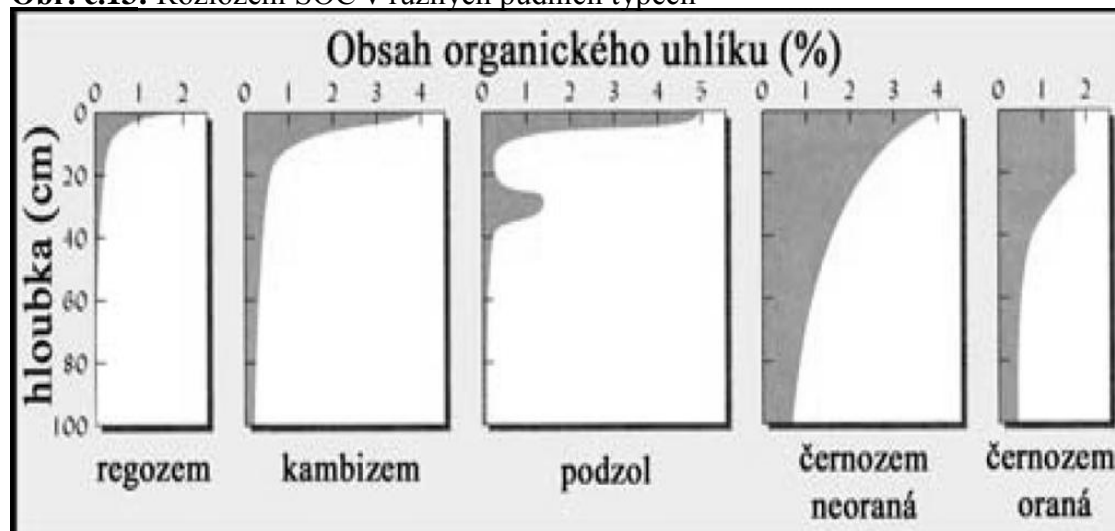
Látka	% ze sušiny bez popela			
	C	H	O	N
Fulvové kyseliny	44-49	3.5-5.0	44-49	2.0-4.0
Huminové kyseliny	52-62	3.0.-5.5.	30-33	3.5-5.0
Bílkoviny	50-55	6.5-7.3	19-24	15.0-19.0
Lignin	62-69	5.0-6.5	26-33	

Zdroj: NEWAGINTERNATIONAL 2009

Rozložení org. uhlíku v rámci horizontů se mění v závislosti na půdním typu, viz obr.13.

Obrázek (č.13) ukazuje nízký podíl u regozemí z důvodu vyššího podílu písčité frakce, která urychluje mineralizaci, u černozemí je naopak vysoká produkce biomasy a její přeměna a ukládání uhlíku. Podzol vykazuje také vysoký podíl zejména v horních vrstvách půdy, ale zde se jedná převážně o uhlík, který je zde nahromaděn pomalejší mineralizací a nižší aktivitou půdních organismů.

Obr. č.13: Rozložení SOC v různých půdních typech



Zdroj: Borůvka (2007 in BLÁHOVÁ 2009)

Resistentní organická hmota (RPM – resistant plant matter)

Někdy také Particulate organic matter (POM), neboli částicová organická hmota, je půdní frakce obsahující částice větší než $53 \mu m$ v průměru (Cambardella and Elliott, 1992). Cambardella a Elliott (1992) ji označují jako pomalu se rozkládající, stabilizovanou organickou hmotu. Řada autorů uvádí, že RPM se začne rychleji rozkládat, když je půda oraná (JENKINSON, RAYNER 1977; CAMBARDELLA, ELLIOTT 1992 in BLÁHOVÁ 2006) a to velmi značně. Úbytek se může začít objevovat již v prvních pěti letech. Za 20 let dochází k úbytku až o polovinu (CAMBARDELLA, ELLIOTT 1992 in BLÁHOVÁ 2009). Je též prokázáno, že určitá část SOC je izolována v půdních agregátech, takzvané enkapsulována jílem, a tím pádem nevstupuje do reakcí s okolím do doby, než dojde k mechanickému rozrušení agregátu (TISDALALL, OADES 1979, GOLCHIN *et al.* 1994 a SKJEMSTAD *et al.* 1996 in BLÁHOVÁ 2009).

Obecně se předpokládá, že v? SOC v půdních agregátech zůstává po dobu 10 – 15 let, avšak po destrukci agregátu dochází velmi rychle k jeho přeměně (BLÁHOVÁ 2009).

BLÁHOVÁ (2009) se dále zmiňuje o tzv. inertní organické hmotě (IOM – inert organic matter), která v podstatě spadá pod SOM, nicméně pro své vlastnosti se dá zařadit do oddělené skupiny. Inertní organická hmota je vysoce karbonizovaná organická hmota

zahrnující dřevěné uhlí, zuhelnatělé zbytky, grafit a uhlí. Je to velmi stabilní, biologicky inertní frakce půdního uhlíku o relativně malém objemu. Dosahuje vysokého radiokarbonového stáří.

Vliv Land use

Různé využití půdy má zásadní vliv na poměry v půdě. Nadzemní biomasa se podílí na kumulaci organické hmoty (opad listů, mulčování, posklizňové zbytky), která je dále zaoráním či rozkladem půdních organismů v lesních společenstvech rozkládána na SOM a dále mineralizována.

Hlavními faktory ovlivňující obsah uhlíku v terestrických ekosystémech jsou a) přímé vlivy klimatu, přesněji změny v úhrnech srážek, teplotách, či radiačních režimech b) důsledky změn využití krajiny a půdy jako například zalesňování, odlesňování, ale také způsoby obdělávání zemědělské půdy (FARQUHAR *et al.* 2001 in BLÁHOVÁ 2009).

Objem emitovaného CO₂ do atmosféry v důsledku odlesňování tvoří téměř 90 % veškerého antropogenního CO₂ uvolněného změnou land use (HOUGHTON 1999).

Důsledkem odlesnění je uvolnění CO₂ do atmosféry jakožto produktu spalování, nicméně výrazněji se CO₂ podílí jako vedlejší produkt při organickém rozkladu a následné mineralizaci.

Naopak SCHIMEL *et al.* (2001 in BLÁHOVÁ 2009) a mnozí další předpokládají, že proces zalesňování může být významným sekvestračním mechanismem, a to i přesto, že se za posledních 40 let tato lidská činnost v globálním měřítku zatím neprojevila. Jinak tomu je na úrovni regionální.

Podíl lesa na území České republiky vzrostl za posledních 50 let o 50 000 ha.

V mírném pásu severní polokoule bylo provedeno několik studií, které udávají průměrnou hodnotu roční sekvestrace, která se pohybuje okolo 2,1 Mg C/ha ročně. Existuje rozdíl mezi lesem přirozeným a lesem pěstovaným pro ekonomické účely. Přirozený lesní ekosystém dosahuje vyššího stáří, váže lépe uhlík i díky komplexnosti ekosystému, který zahrnuje větší podíl rozkládajících se komponent (BLÁHOVÁ 2009).

Studie prezentovaná LEGANIEREM *et al.* (2009) přináší nejnovější poznatky o procesech zalesňování. Jedná se o shrnutí dosavadních studií (33) věnujících se tématu sekvestrace uhlíku v nově zalesněných půdách a vyvození souhrnných závěrů. Zajímavým závěrem je zjištění, že větší míra sekvestrace se projevuje u bývalých orných půd než u pastvin, či přirozených travních ekosystémů. Navýšení obsahu SOM se u bývalých orných půd pohybuje okolo 26 %, u přirozených travních ekosystémů do 10 %, a u pastvin 3 %. Tak velký nárůst u orných půd lze vysvětlit tím, že při jejich první kultivaci došlo k velkému

poklesu SOM. Pokud se mají navrátit do přírodního stavu, mají větší potenciál než půdy, které neprodělaly tak velké změny. Dalším poznatkem, uvedeným ve studii, je větší kapacita sekvestrace uhlíku listnatými dřevinami než jehličnatými. Zajímavým výsledkem studie je zjištění, že zalesněná půda s vyšším obsahem jílu (nad 33 %) je schopna vázat více SOM než půda s menším obsahem jílu.

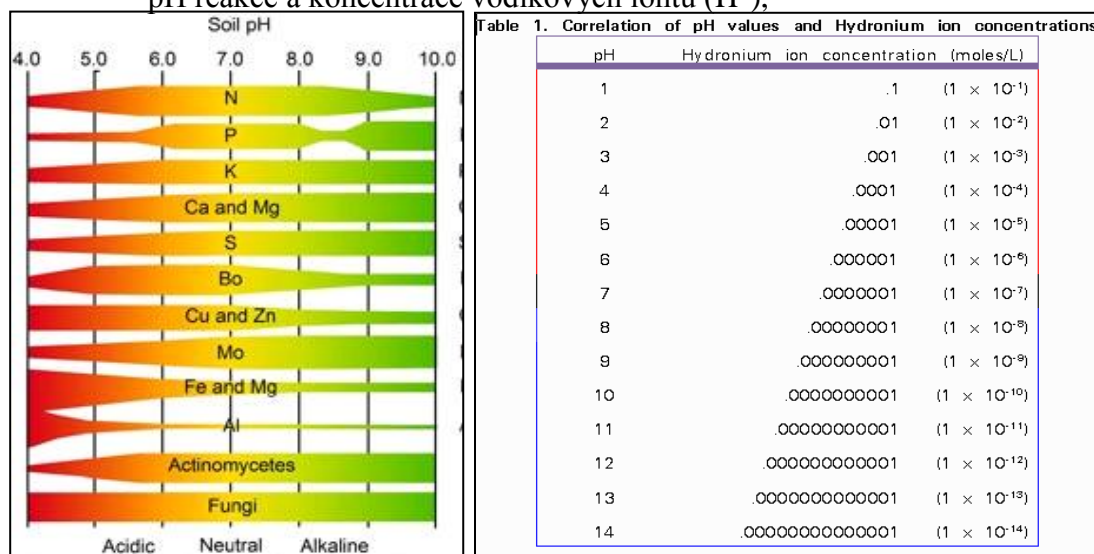
HOUGHTON (1999) ve své studii uvádí, že doba po kultivaci nebo těžbě lesa na vyrovnaní stavu uhlíku v normálním procesu trvá přibližně 50 let pro les a 10 let pro louku. Rychlejší návrat u louky je pravděpodobně zapříčiněn vysokou produkcí biomasy, která se rychleji rozkládá.

2.2.2.2 Půdní reakce

Půdní reakce patří k nejvýznamnějším charakteristikám půdy, na reakci půdy závisí rozpustnost sloučenin, síla vazeb výměnných iontů, aktivita mikroorganismů a další. Vyjadřuje se pomocí logaritmu vodíkového čísla.

Hodnota půdní reakce půdního roztoku je limitní environmentální faktor pro růst veškerých organismů žijících v půdě včetně rostlin, živočichů a půdních mikroorganismů. Snížením pH reakce dochází k uvolňování a vyplavování bazických?, čímž dochází k nutriční degradaci, dále k nevhodnému prostředí pro příjem živin kořeny a k uvolňování toxického Al, Fe, atd. Tato toxicita má vliv na blokování příjmu živinových kationtů a inhibici buněčného dělení a jejich růst a další (HOUSKA 2007). S půdní reakcí se uvolňují různé prvky v různé míře (viz obr.č.14).

Obr. č.14: Míra uvolňování jednotlivých elementů při různém pH z půdního roztoku a vztah pH reakce a koncentrace vodíkových iontů (H^+),



Zdroj: http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terraGIS_soil/sp_soil_reaction_ph.html

<http://wwwchem.csustan.edu/chem3070/3070M07.HTM>

Půdní reakce je dána přítomností a koncentrací (aktivitou) vodíkových (H^+) iontů. Vyjadřuje se nejčastěji jako pH, což je záporný dekadický logaritmus koncentrace disociovaných vodíkových iontů (ECKERTO VÁ 2006).

Nejrozšířenějším disperzním prostředím je voda. Zcela čistá (destilovaná) voda disociuje podle rovnice: $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

Samotná disociace vody a její iontový produkt závisí na teplotě. Při 22 °C má destilovaná voda $10^{-7} H^+$ na 1 litr, což znamená $pH = 7$. V tomto případě má půdní roztok vyrovnanou koncentraci disociovaných $H^+ + OH^-$ iontů a takovýto stav označujeme za neutrální. Půdy s pH menší jak 7 označujeme za kyselé, nad 7 zásadité, kde převažují ionty OH^- . Se snižováním pH dochází k vzestupu obsahu H^+ . Pokles o 1,0 pH znamená 10x vyšší koncentraci (viz obr.č.14) (KLIMO 1996).

Rozlišujeme pH výměnné a aktivní.

Aktivní pH je způsobeno volnými, aktuálně rozpuštěnými ionty H^+ v půdním roztoku, jež jsou uvolněny disociací z minerálních i organických kyselin, kyselých solí a koloidních acidoidů. Zjišťuje se ve výluhu půdy destilovanou vodou nebo přímo ve vlhké půdě. Značí se $pH H_2O$.

Výměnná (neboli potenciální) kyselost půdy je definovaná jako schopnost půdy okyselovat roztoky neutrálních solí. Je způsobena adsorbovanými ionty H^+ a $Al(Fe)$, které mohou být uvolněny iontovou výměnou za bazické ionty solí obsažených v roztoku. Ionty Al^{3+} (Fe^{3+}) navíc hydrolyzují a vznikají další H^+ , které s aniontem soli představují vzniklou kyselinu. Výměnná kyselost se zjišťuje měřením koncentrace H^+ z výluhu půdy roztokem chloridu draselného (KCl) nebo chloridu vápenatého ($CaCl_2$) (značí se $pH KCl$ nebo $pH CaCl_2$) (ECKERTO VÁ 2006).

Aktivní pH je vždy vyšší než výměnné. Rozdíl činí 0,5 až 1,5. Půdní reakce závisí na matečné hornině, vegetačním pokryvu, ale také činnosti člověka (ECKERTO VÁ 2006)

Acidifikační vlivy na půdní reakci

Acidifikace je komplexní jev. Neznáme-li míru působení jednotlivých faktorů potenciálně vedoucích k acidifikaci, nelze ani jednoznačně určit hlavní příčiny jevu. Podstatnou roli hrají lokální odlišnosti ve vlastnostech prostředí a působících vlivech. V lesích střední Evropy můžeme obecně uvažovat především dvě hlavní skupiny příčin časové změny (dynamiky). Na jedné straně je to přírodní dynamika, která je dána stárnutím jedinců, populací a ekosystému vůbec. Bývá často cyklická, přičemž počátek cyklů bývá zapříčiněn disturbancemi (náhlými katastrofickými vlivy) nejrůznějšího rázu. Na druhé straně tuto

přírodní dynamiku prakticky veškerých přírodních systémů více či méně ovlivňují antropogenní vlivy. V přírodě se přírodní a antropogenní vlivy prolínají (HÉDL 2004 in FÉR 2006).

Vlivy, které způsobují acidifikaci půd mohou být jak přírodní, tak antropogenní. Za přírodní považujeme působení na půdní reakci prostřednictvím klimatu, geologického podloží a vegetačního pokryvu.

KLIMA

Klima ovlivňuje půdní reakci prostřednictvím průměrného ročního úhrnu srážek a průměrné roční teploty. Ve vlhkém klimatu, při převaze množství srážek nad evapotranspirací převládá pohyb vody od povrchu půdy do hloubky a dochází k vyluhování i málo rozpustných solí (např. CaCO_3) a desorbovaných kationtů ze svrchních vrstev půdy (PAVEL 1984 in ECKERTO VÁ 2006).

Zajímavou závislost pH na srážkách uvedli FIEDLER, REISSIG (in PAVEL 1984 in ECKERTO VÁ 2006) pro půdy na spraši v Německu, kde při stejné průměrné roční teplotě půdy vykazovali pH při srážkách:

- do 370 mm pH 7,8
 - do 500 mm pH 7,0
 - do 750 mm pH 6,2
 - do 900 mm pH 5,2

Srážková voda obsahuje množství okyselujících substancí, které mohou dodávat vodíkové ionty do půdy. Kapky deště padající skrze znečištěné vzdušné masy vzduchu rozpouští CO_2 a vytváří kyseliny uhličitou, která snižuje hodnotu pH ze 7 na 5,6. Právě konvenční hranice $\text{pH} = 5,6$ je považována za limit, kdy srážky o nižší hodnotě jsou považovány za tzv. kyselý déšť (acid rain). V atmosférické depozici mohou být dále obsaženy kyseliny sírová a dusičná, které se vytvořily v případě dusíku z NO_x a v případě síry zejména z SO_2 . Zdroje těchto plynů jsou přirozené (blesky, vulkanické erupce, lesní požáry), ale také antropogenní (zejména spalování fosilních paliv) (HOUSKA 2007).

Z antropogenních faktorů, které ovlivňují acidifikaci na našem území, jsou dnes nejvýznamnějšími znečišťovateli kyselý dešť (suchá a mokrá depozice) u lesních i zemědělských půd, hnojení vysokými dávkami fyziologicky kyselých průmyslových hnojiv (zejména dusíkatých) u zemědělských půd a vliv lesního hospodářství u lesních půd (ŠARAPATKA 2002 in FÉR 2006).

Přímý vliv imisí (depozice) síry a dusíku na poškozování horských lesů byl považován za hlavní problém 2. poloviny 20. století. Po odsíření velkých zdrojů emisí v 90. letech se zdál problém vyřešen. Přesto však depozice síry a dusíku a její důsledky ovlivňují stále půdní aciditu. Následující text se zabývá principy acidifikace bez vlivu kyselých srážek, které ovlivnily a stále jejich dopad ovlivňuje zejména horská pohoří ČR. My zde zmíníme principy, které se krom vlivu kyselých srážek podílí na acidifikačním trendu na našich výzkumných územích. Vynecháváme vliv kyselých srážek a jiné depozice, jelikož jejich vliv byl v našich územích mírný (viz mapa č.12 s.98), což také potvrzuje SUCHARA, SUCHAROVÁ (2002).

Dlouhodobou acidifikací lesních půd a jejich dopadem na lesní ekosystémy se zabývá mnoho vědců, my zde zmíníme především monografii CIENCIALA, HRUŠKA (2001), z které budeme čerpat řadu informací a dále text HRUŠKA *et al.* (2009), který zmiňuje principy dlouhodobé okyselení půd.

Působení kyselin, jež se do půdy dostávají deštěm, biogenními pochody a druhovým složením lesa, vyplavuje prvky, které jsou důležité pro udržení vyvážené hodnoty půdní kyselosti a současně jsou nezbytnými živinami pro vegetaci. Jde zejména o vápník (Ca) a hořčík (Mg), menší roli hraje draslík (K) a nejmenší sodík (Na). Souhrnně je nazýváme bazické kationty. Tyto prvky jsou schopny po nějakou dobu vyrovnávat (neutralizovat) přísun kyselin z atmosféry a půdy.

Vedle antropogenních vlivů jsou zde i přirozené projevy acidifikace, z nichž má největší podíl vliv geologického podloží (matečná hornina), které určuje vlastnosti půd. Významná je také skladba vegetace.

SUBSTRÁT

Jednou z nejdůležitějších vlastností substrátu je jeho složení, zejména množství bazických kationtů v půdě, jejichž hlavním zdrojem je zvětrávání podložních hornin. Čím více je v půdách bazických kationtů, tím jsou půdy odolnější vůči okyselování, protože mohou déle neutralizovat přísun kyselin.

Chemické složení hornin a zemin a jejich zvětralost jsou jedněmi z vlastností, které určují jak typ půdy, vznikající na daném stanovišti, tak převážně skladbu vegetace, mezi kterou můžeme odlišovat společenstva oligotrofní, mezotrofní, eutrofní, hadcové, psafytické a další.

My zde zmíníme působení chemismu, který, jak uvádí LOŽEK (2002), vychází z minerálního složení, které podmiňuje obsah živin i jejich přístupnost a ovlivňuje proces zvětrávání, což má vliv na výslednou bazicitu nebo kyselost prostředí stanoviště. Geologické substráty můžeme rozdělit na bazické, jakými jsou kupříkladu vápence nebo dolomity s přebytkem dvojmocných bází (Ca, Mg) a na opačné straně na substráty kyselé tvořené převážně křemenem jako bulžníky, křemence nebo pískovce a slepence. Mezi těmito dvěma

skupinami substrátů LOŽEK (2002) dále uvádí horniny či zeminy nejrozličnějších vlastností, které jsou dány nejen zastoupením jednotlivých prvků, ale i formou jejich výskytu v různých sloučeninách a minerálech. Toto má za následek různou míru vlivu na organismy, přestože tyto horniny mají stejný nebo podobný základní chemismus. Příkladem mohou být bazické vyvřeliny, z nichž vulkanické čediče díky své skladbě snadněji uvolňují živiny a vytvářejí těžší úrodnější půdy než na příklad hlubinná gabra nebo metamorfované amfibolity.

Na půdu působí kyselé minerály obsahující sulfidy (nejčastěji pyrit), jejichž oxidací vzniká v půdě kyselina sírová. Lokálně může vzniknout i extrémní zakyselení (až $\text{pH} < 3,6!$). Acidifikačně působí také přítomnost silikátů, jejichž zvětráváním vznikají rozpustné minerální soli (Al, Fe, Mn, Ti), které hydrolýzou rovněž poskytují minerální kyseliny uvolňující H^+ ionty. Jílové minerály (alumosilikáty) mohou být zdrojem vodíkových iontů prostřednictvím hydrolýzy Al^{3+} a Fe^{3+} a jejich hydratovaných oxidů adsorbovaných na povrchu jílových minerálů.

Textura půdotvorného substrátu určuje propustnost půdy. Zranitelnější vůči acidifikaci jsou půdy písčité nebo štěrkovité s velkou propustností, která usnadňuje vyluhování půdy.

Se složením matečné horniny a půdotvorného substrátu úzce souvisí nasycenost půdního sorpčního komplexu výměnnými bazickými kationty (CaCO_3 a další). Velmi obecně lze říci, že půdy s nízkou nasyceností sorpčního komplexu mají nižší pH a naopak půdy s nasyceným sorpčním komplexem mají vyšší pH. Vzhledem ke složení adsorbentů i druhem jimi adsorbovaných kationtů v půdě se však mezi těmito veličinami v žádném případě nejedná o jednoduchý přímý vztah (PAVEL 1984 in ECKERTOVÁ 2006).

Nejméně odolné jsou horské půdy na kyselých horninách (žula, křemenec a další), které obsahují málo bazických kationtů a pomalu zvětrávají. Prvky v hornině jsou pevně vázané v minerálech a musí se tedy nejprve uvolnit velmi pomalými zvětrávacími reakcemi a přejít do iontově výměnného komplexu půdy. Horské půdy tak mají malou mocnost a kvůli nízkým teplotám snižujícím zvětrávací rychlost i přirozeně nízké množství bazických kationtů. Lépe jsou na tom půdy nižších poloh a také půdy vzniklé na horninách bohatých na bazické kationty (vápence, čediče a další).

Stručně zde zmíníme geologické dělení, zejména kyselé horniny. Obecně se horniny dělí na vyvřelé, usazené (sedimenty) a přeměněné (metamorfované). Z hlediska chemického složení jsou jako kyselé horniny označovány horniny s obsahem SiO_2 nad 65%, mezi které patří např. žuly, granodiority, aplity atd. (TOMÁŠEK 2003).

VEGETAČNÍ POKRYV A VLIV ORGANISMU

Biologické vlivy na půdní reakci jsou spjaté s vegetačním pásmem, které do značné míry podmiňuje typ rostlinného pokryvu a tím i množství humusu a organických látek v půdě. Pro lesní půdy má velký význam charakter opadu rostlinných zbytků (ECKERTOVÁ 2006).

Obecně humus v jehličnatých lesích je více kyselý (viz tab.č.9) než humus v listnatých porostech a svrchní horizonty lesních půd jsou více kyselé než horizonty minerální (KLIMO 1996, KLIMO 2006 in FÉR 2006).

Tab. č.8: pH opadu

Dřevina	pH čerstvého opadu
Smrk	4,1
Borovice	4,2
Modřín	4,2
Buk	4,3
Dub	4,8
Topol	5,7
Bříza	5,5
Javor	4,5
Akát	5,4
Jasan	6,4
Jilm	6,5

Zdroj: FÉR(2006)

Tab. č.9: obsah živin v asimilačních orgánech lesních dřevin

ŽIVINA DŘEVINA	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Smrk (<i>Picea abies</i>)	1,35 - 1,70	0,13 - 0,25	0,50 - 1,20	0,35 - 0,80	0,10 - 0,25
Borovice (<i>Pinus sylvestris</i>)	1,40 - 1,70	0,14 - 0,30	0,40 - 0,80	0,25 - 0,60	0,10 - 0,20
Modřín (<i>Larix decidua</i>)	1,60 - 2,30	0,15 - 0,30	0,50 - 1,10	0,60 - 0,90	0,12 - 0,30
Jedle (<i>Abies alba</i>)	1,30 - 1,80	0,13 - 0,35	0,50 - 1,10	0,40 - 1,20	0,15 - 0,40
Douglaska (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	1,10 - 1,70	0,12 - 0,30	0,60 - 1,10	0,20 - 0,60	0,10 - 0,25
Tis (<i>Taxus baccata</i>)	1,60 - 2,50	0,14 - 0,25	0,90 - 2,00	0,25 - 1,00	0,10 - 0,25
Borovice (<i>Pinus radiata</i>)	1,30 - 1,70	0,13 - 0,17	0,50 - 1,00	0,15 - 0,18	0,10 - 0,12
Buk (<i>Fagus spp.</i>)	1,90 - 2,50	0,15 - 0,30	1,00 - 1,50	0,30 - 1,50	0,15 - 0,30
Dub (<i>Quercus spp.</i>)	2,00 - 3,00	0,15 - 0,30	1,00 - 1,50	0,30 - 1,50	0,15 - 0,30
Javor (<i>Acer spp.</i>)	1,70 - 0,00	0,15 - 0,25	1,00 - 1,50	0,30 - 1,50	0,15 - 0,30
Bříza (<i>Betula spp.</i>)	2,50 - 4,00	0,15 - 0,30	1,00 - 1,50	0,30 - 1,50	0,15 - 0,30
Jasan (<i>Fraxinus spp.</i>)	1,70 - 2,20	0,15 - 0,30	1,10 - 1,50	0,30 - 1,50	0,20 - 0,40
Lipa (<i>Tilia spp.</i>)	2,30 - 2,80	0,15 - 0,30	1,00 - 1,50	0,20 - 1,20	0,15 - 0,30
Topol (<i>Populus spp.</i>)	1,80 - 2,50	0,18 - 0,30	1,20 - 1,80	0,30 - 1,50	0,20 - 0,30

Zdroj: BERGMANN (1988 in CIENCALLA, HRUŠKA 2001)

Jedním z důvodů kyseléjšího pH u jehličnatých porostů je rychlost rozkladu opadu a také akumulace živin v něm obsažených (viz tab.č.9), která by při rozkladných procesech zabraňovala snižování pH (KLIMO 1996).

JAKŠÍK (2006) uvádí přibližné pořadí rozložitelnosti látek v půdním prostředí zhruba takto:

Cukry, Škrob, Proteiny – Pektiny, Hemicelulózy – Celulóza – Lignin – Vosky.

Důležitý je i poměr C/N < 30 nebo přítomnost Ca, neboť obojí rozklad urychluje.

Tab. č.10: Složení opadu vybraných druhů lesních dřevin

Druh dřeviny	Celulóza	Lignin	Proteiny
jedle	27,43	36,33	-
smrk	27,85	29,87	3,31
dub	22,05	9,87	-
buk	15,85	22,00	3,00

Zdroj: KLIMO (1996), upraveno

Při hodnocení acidifikace lesních půd se jeví jako velmi významné rozlišovat jednotlivé procesy přirozené a antropogenní acidifikace a jejich podíl na výsledných změnách stavu půd. V přírodních podmínkách, ve kterých se nacházejí lesy ve střední Evropě, dochází k přirozené acidifikaci půd. Tento proces je důsledkem tvorby organických kyselin, ke kterému dochází v lesních půdách při rozkladu organických látek, zejména opadu a povrchového humusu. Vznikající organické kyseliny na sebe poutají bazické kationty, které jsou v půdách velmi mobilní a aktivně se účastní procesu neutralizace organických kyselin. Vzniklé sloučeniny – soli organických kyselin - jsou v podmínkách přebytku srážek vyplavovány z půdy, a tím dochází k jejímu okyselení (HRUŠKA, CIENCALA 2001).

U jehličnatých porostů převládají fulviové humusové kyseliny, které jsou oproti humusovým kyselinám listnatých porostů rozpustné ve vodě a kyselinách (viz tab.č.11). Fulviové kyseliny mají menší poločas rozkladu oproti huminovým kyselinám.

Tab. č.11: Rozdělení humusových látek dle rozpustnosti

Typ Humínové látky	Báze	Kyselina	Voda
Fluvikyseliny	rozpustné	rozpustné	rozpustné
Humikyseliny	rozpustné	nerozpustné	nerozpustné
Humíny	nerozpustné	nerozpustné	nerozpustné

Zdroj: JAKŠÍK (2006)

V lesních půdách se při omezené mineralizaci tvoří vrstva surového nadložního humusu, který obsahuje mnoho disociovaných organických kyselin. Ty se rozpouštějí v dešťové vodě, zasakují do půdy a svou silnou kyselostí působí hydrolytickou destrukci alumosilikátů (součást podzolizace). Nejen v lesních půdách jsou zdrojem H^+ iontů organické kyseliny vysokomolekulární ze skupiny fulvolátek a huminové kyseliny. Nízkomolekulární alifatické i aromatické organické kyseliny (octová, citrónová a další) vznikají jako produkty mikrobiálního rozkladu organických zbytků i humusu a podílejí se na kyselosti půd hlavně v anaerobních podmínkách s omezeným úplným rozkladem (v půdách těžších a vlhkých, glejových, bažinných, půdách rýžovišť). Některé kyseliny jsou vylučovány také kořínky

roślin. Ke snižování pufrací²³ schopnosti půd může přispívat odběr bazických kationtů vápníku a hořčíku rostlinami.

Jedním z hlavních zdrojů slabé kyselosti půd, jež mají malou ústojnou schopnost a neobsahují CaCO_3 , je oxid uhličitý rozpuštěný v půdním roztoku na kyselinu uhličitou. V biologicky činných půdách je CO_2 produkován ve velkém množství dýcháním mikroorganismů, edafonu a rostlinných kořínků. Reaguje s vodou a vzniká HCO_3^- a H^+ ionty (PAVEL 1984 in ECKERTO VÁ 2006).

Jako významný podíl na okyselování uvádí CIENCIALA, HRUŠKA (2001) také těžbu dřeva z lesního ekosystému, kdy je nevratně odčerpávána část bazických kationtů, která by se přirozeně v přírodních podmínkách vrátila při mineralizaci organické hmoty zpět do půdy.

Jako nejsilnější důsledek acidifikace poškozující stromy, vyjma ochuzování o bazické kationty, je otrava hliníkem (Al). Dále je hliník toxický pro mnoho organismů, zejména vodní živočichy, ale i člověka (HRUŠKA *et al.* 2009).

Hliník patří k nejvíce rozšířeným prvkům v půdě hned po kyslíku a křemíku. A je obsažen ve všech půdách v 8% z celkové minerální části. Jeden z faktorů, ovlivňující množství a formu hliníku v půdě, je pH. Hliník se vyskytuje v mnohých silikátových horninách a minerálech (slídy, živce, jíly). Vysoké koncentrace hliníku, respektive nízký poměr bazických kationtů a hliníku (Bc/Al) v půdním roztoku, působí fyziologické problémy kořenovému systému stromů (smrků) (FÉR 2006).

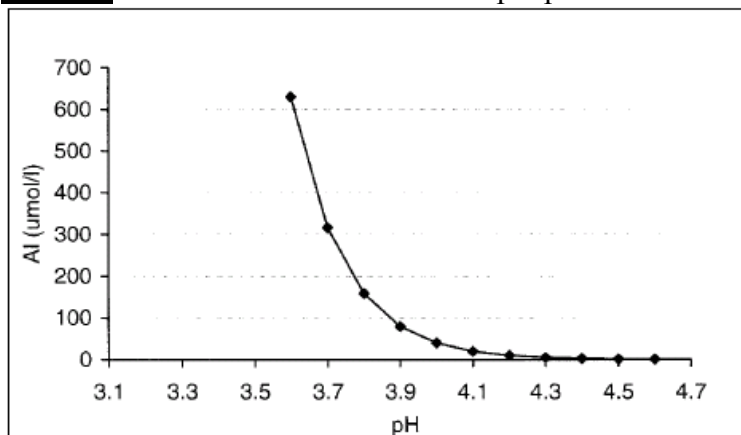
Smrk ztepilý (*Picea abies*) je relativně odolný proti vysoké koncentraci protonů (tedy nízkému pH), ale je velmi náchylný k poškození hliníkem, zatímco buk lesní (*Fagus sylvatica*) je daleko odolnější k hliníkové toxicitě (CIENCIALA, HRUŠKA 2001).

HRUŠKA *et al.* (2009) zmiňuje nejčastější blokaci příjmu hořčíku (Mg) hliníkem, což vede ke žloutnutí jehlic kvůli nedostatku chlorofilu nutného k zachytávání sluneční energie a dochází k rychlému opadávání jehlic a zvyšování defoliace stromů. Protože více hliníku se vždy vyskytuje až v minerálních půdních horizontech, kde je více vázán, kořenový systém smrků se z toxického prostředí vytahuje více k povrchu, kde je obvykle méně hliníku a více bazických kationtů v důsledku rozkladu větší podílu půdní organické hmoty (SOM). Postižené stromy s extrémně mělkým kořenovým systémem se stávají mimořádně citlivými vůči suchu, mrazu a dalším vlivům.

²³ **pufrací schopnost** - neboli ústojnost půd je schopnost neutralizovat část vodíkových iontů část vodíkových iontů, udržovat tím kyselost v normálu a odolávat náporu acidifikace do vyčerpání specifických pufracích mechanismů. ULRICH (1983 in MÍČHAL 1994) charakterizuje následující pásma - uhličitánové pásmo (okolo pH 7,0), silikátové pásmo (okolo 6,2), výměnné pásmo (< 5 pH), pásmo hliníku (< 4,2 pH), pásmo železa (3,8 – 3,0 pH)

HRUŠKA uvádí růst koncentrace hliníku (Al) na rozpouštění gipsitu, který je zvolen jako referenční sekundární minerál, a to od pH 4,2 (viz graf č.6).

Graf č.6: Závislost koncentrace Al na pH půdního roztoku



Zdroj: HRUŠKA in (CIENCIALA, HRUŠKA 2001)

Jako poslední velmi významný vliv acidifikace uvádíme vliv na půdní organismy, jež jsou nepostradatelnou složkou všech suchozemských ekosystémů. Řídí celou řadu procesů při rozkladu mrtvé organické hmoty v půdě a jsou nezbytné pro tvorbu humusu a půdní mikrostruktury. Půdní organismy jsou zodpovědné za mineralizaci složitých organických sloučenin v půdě, uvolňují tímto procesem do půdy anorganické soli přístupné jako živiny kořenům rostlin. Půdní živočichové jsou rovněž dobrými bioindikátory znečištění půdy a celých ekosystémů (RUSEK 1987 in CIENCIALA, HRUŠKA 2001).

Obecně lze říci, že acidifikace půdy vede ke změně struktury půdních společenstev, snížení početnosti některých druhů a ke zkracování jejich životních cyklů. Citlivější druhy mizí, např. řada druhů chvostoskoků vázaných v minulosti na vápencové půdy po snížení pH vymřela. V kyselém prostředí se zpravidla zvyšuje množství mycelií hub a snižuje se počet bakterií.

Kyselost půdy působí negativně na bazofilní a neutrofilní druhy půdní fauny, dochází k jejich vymírání. V ekosystému zůstávají acidofilní a acidotolerantní společenstva.

Odlišné pH se nachází v různých vrstvách půdy nebo v různých genetických horizontech.

2.2.3 Pedogeneze

Materiálním zdrojem půdy je hornina a různé organické látky tvořené odumřelými zbytky rostlinných a živočišných organismů, které jsou přeměňovány půdní faunou a flórou. Postupný vývoj půdy probíhá souběžně s vývojem vegetace, s níž úzce souvisí a vzájemně se ovlivňuje.

Rozvíjející se rostlinná společenstva vyvolávají postupně výraznější akumulaci organiky a zvýšená aktivita půdní fauny a flóry vede k výraznějšímu rozkladu těchto látek. Vznikají nové minerální i organické sloučeniny a vnitropůdním zvětráváním horniny dochází k přeměně jílových minerálů.

Na tvorbě půdy neboli pedogenezi se podílí rozklad výchozího substrátu (mateční hornina, zvětratelné minerály a organické zbytky) a syntéza nových sloučenin z látek organických (tvorba humusu) i minerálních (tvorba jílových a jiných minerálů). Důležitou roli v pedogenezi hraje skupina translokačních pochodů. Někteří živočichové jako např. žížaly (viz obr.č.15) mechanicky mísí a přemísťují různé půdní součásti. Vsakující se voda přemísťuje rozpuštěné nebo suspendované částice do spodnějších vrstev půdy, naopak je tomu u vody vztlínající (SMOLÍKOVÁ 1982).

Obr. č.15: Činnost žížal



Zdroj: Bergstedt et al. (2005)

Z uvedeného vyplývá, že vývoj půdy je výsledkem řady protichůdných dějů. Půda představuje vysoce dynamický neustále se měnící systém. Půdní materiál je velmi rozmanitý a skládá se z látek minerálních i organických, mezi nimiž je vzduch, voda a živé organismy.

SMOLÍKOVÁ (1982) uvádí schematicky podíly jednotlivých složek následovně: minerální složka přibližně 45%, organická složka přibližně 5%, voda 30% a vzduch 20%.

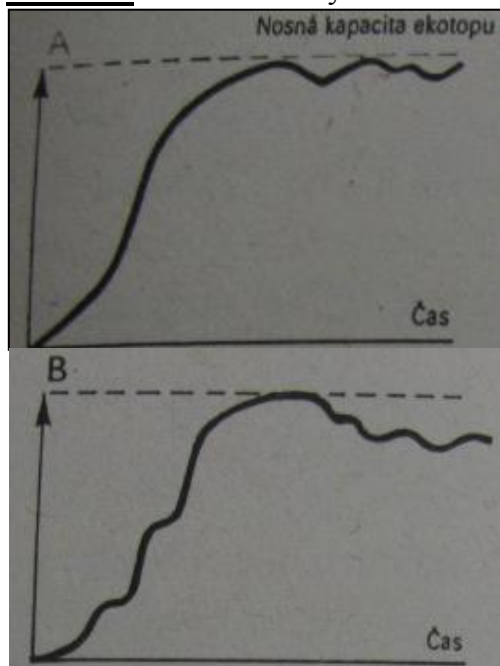
Pedogeneze je složitý proces zahrnující celý soubor dílčích pochodů závislých na kombinaci a intenzitě jednotlivých půdotvorných činitelích (klima, vegetace, substrát, antropogenní vlivy, reliéf, čas). Variabilita kombinací těchto činitelů se mění i v závislosti na časovém intervalu a proměnlivosti jednotlivých činitelů (např. změny klimatu a vegetace).

2.2.4 Princip rovnováhy mezi půdní organickou hmotou (SOM) a půdní reakcí

V každé půdě se pod přirozenou vegetací nebo dlouhodobě nezměněným využíváním ustaluje rovnováha mezi dodáním a rozkladem organické hmoty. Tato rovnováha je porušena pokud dojde k přeměně formy využívání. Mýcení a odběr biomasy lesa nebo přeměna pastviny nebo stepy v pole a naopak se projevuje velmi silně na dynamice půdní organické hmoty (SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 2002).

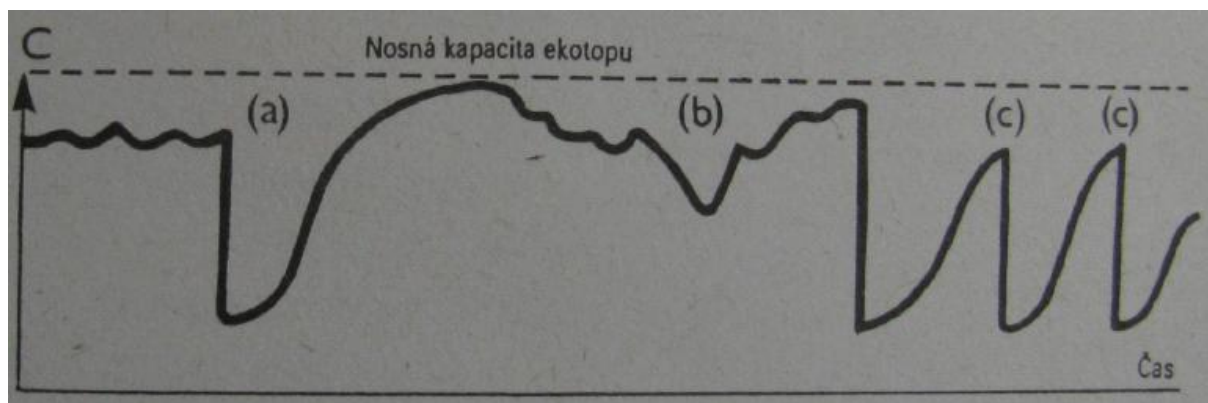
Chování ekosystému v rámci jeho vývoje uvádí na 3 příkladech BORMANN, LIKENS 1979 in MÍCHAL (1994).

Obr. č.16: Chování ekosystému v rámci jeho vývoje



A) Akumulace biomasy roste plynule a průběžně v průběhu sukcese až na hranici vymezenou přírodními podmínkami a na ní se udržuje s malým kolísáním.

B) Akumulace biomasy v průběhu sukcese probíhá v jednotlivých kvalitativně odlišných a relativně stabilizovaných stádiích - zvláštních ekosystémech – a pak víceméně osciluje pod hranicí dosažitelného maxima, k němuž se málokdy přiblíží. V případě primární sukcese asi realističtější představa než A.



C) Hypotetický průběh akumulace biomasy v průběhu sekundární sukcese, zprvu v přírodním lese, v němž dochází byt' v dlouhých časových intervalech ke katastrofickému narušení přírodními živly (a – požár bleskem, b – polom vichřicí), pak v hospodářském lese s pravidelnou holosečnou sklizní

Sukcesí je dle autorů, CLEMENTS (1916) a TANSLEY (1929), definována dlouhodobá, nevratná a progresivní změna rostlinné pokrývky, při níž se mění jednoduchá rostlinná společenstva ve složitější, až nakonec řadou mezistupňů dosáhnou konečného stadia, tzv. klimaxu. Klimaxová stadia jsou podmíněna nejen klimatickými, ale i edafickými (půdními) a topografickými podmínkami stanoviště. Sukcese začíná iniciální fází a pokračuje pionýrským stádiem. Selekcí řada druhů během sukcesních fází ze společenstev mizí, a naopak jiné do sukcese vstupují a to v závislosti na sukcesních změnách mikroklimatu, konkurenčního tlaku, sukcesních změnách půdního prostředí a dalších (RUSEK 2000).

Rozlišujeme sukcesi primární a sekundární:

- Primární sukcese začíná na skále, suti, na morénách, písečných dunách, či jiných substrátech bez vegetace nebo ve vodě
- Sekundární sukcese začíná na místech poškozených požárem, větrnými polomy a vývraty, na pasekách nebo mýtinách, na opuštěných polích apod.

Půdy pod trvalými travními porosty a lesy obsahují většinou více půdní organické hmoty oproti orné půdě, protože mají více opadu a neprobíhá zde zpracovávání svrchních vrstev jako u orné půdy. Čím častěji je půda zpracovávána, tím více dochází ke ztrátě SOM. Používáním vhodné techniky zabraňující intenzivnímu provzdušnění a rozpadu agregátů může dojít ke zvýšení obsahu SOM (SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 2002).

SCHROEDER (1954 in SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 2002) uvádí nižší % hodnoty uhlíku ve 20 cm u orné půdy oproti křovinám a lesu. U lesa dále zmiňuje vyšší podíl

v jehličnatém smrkovém lese než v listnatém bukovém lese a to téměř 2x. V hloubce 60 cm však naopak převažuje vyšší podíl uhlíku u orné půdy, který mírně klesá a u jehličnatého lesa je nejnižší.

Jako zdroj potravy slouží pro organismy primární organická hmota, převážně rostlinný opad, který je poté rozložen za pomoci půdních organismů a klimatických (voda, teplota, sluneční záření) činitelů. Rostlinný opad obsahuje různá množství biogenních prvků, které jsou později opět uvolněny do půdy. Jako důležitý faktor pro dobu rozkladu je uváděn poměr C:N.

RŮŽEK, VOŘÍŠEK (2003) uvádí pro poměr 40:1 poločas rozkladu menší jak 40 měsíců a pro poměr 125:1 poločas rozkladu menší jak 125 let. Poměr kolem 25:1 uvádí autoři jako nejlepší pro rozklad. Pro prokaryotní buňku uvádí autoři poměr 5:1. Tab. č.12 a obr.č.17 uvádí příklady poločasu rozkladu pro různé typy rostlinného opadu.

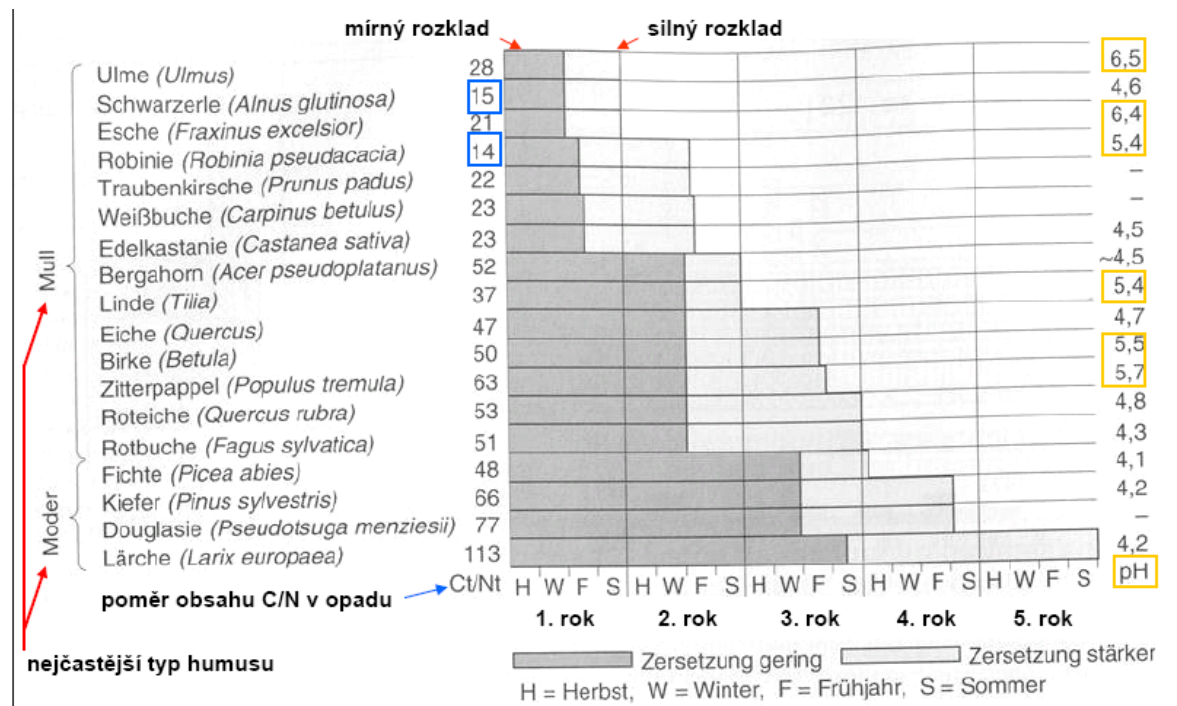
Tab. č.12: Poměr C/N opadu u různých druhů dřevin

Opad	poměr C:N
AKÁT	14:1
OLŠE LEPKAVÁ	15:1
OLŠE ŠEDÁ	19:1
JASAN	21:1
HABR	23:1
JILM	28:1
LÍPA	37:1
DUB	47:1
SMRK	48:1
BŘÍZA	50:1
BUK	51:1
JAVOR	52:1
TOPOL	63:1
BOROVICE	66:1
MODŘÍN	113:1

Zdroj: KLIMO (1990 in RŮŽEK, VOŘÍŠEK 2003)

Opad s delším poločasem rozpadu se hromadí na povrchu půdy a organický podíl roste. Nedochází zde k tak masivnímu provzdušnění a zrychlené mineralizaci organické hmoty jako u orných půd, které uvolňují rychleji bazické kationty a brání tak přirozené acidifikaci.

Obr. č.17: Rychlost dekompozice opadu středoevropských druhů dřevin



Zdroj: ELLENBERG (1996 in CHYTRÝ 2009)

Tyto závěry však platí pouze všeobecně, protože chemismus opadu stejného druhu dřeviny může být modifikován stanovištními podmínkami. Např. u dubu letního, který má C/N 47 může být v podmínkách živného stanoviště lužního lesa menší než 30.

V orné půdě je díky orbě a jejímu značnému vlivu na provzdušnění a následnou mineralizaci organické hmoty (posklizňové zbytky, organická hnojiva) urychlen návrat živin a tím udržována vyšší půdní reakce pH.

STEJSKAL (2009) však uvádí malý obsah organické hmoty našich orných půd, který je především důsledkem intenzivního zemědělství. Organická hmota je přitom velmi důležitá pro úrodnost půdy. Zemědělci živiny půdě dodávají hnojením, v intenzivním zemědělství i pomocí minerálních hnojiv. V roce 2007 v ČR na jeden hektar zemědělské půdy připadlo víc než 100 kg čistých živin dodaných minerálními hnojivy (doplňen byl takto obsah dusíku, fosforu a draslíku). Nadto byla půda ještě rozsáhle vápněna a taky postřikována přípravky na ochranu rostlin – jde o různé herbicidy, fungicidy, insekticidy atd. Dohánění úrodnosti půdy intenzivním hnojením ale může vést až k tomu, že je její úrodnost nakonec tak nízká, že přestane přinášet zisk. Se ztrátou organické hmoty je spojeno snižování půdní biodiverzity. Organické hmotě v půdě nesvědčí ani její kontaminace jedovatými látkami, tady ale bývají často na vině spíš průmyslová výroba, doprava, různé havárie, doly nebo špatně udržované skládky.

KLÍKOVÁ (1999) uvádí při používání přírodních organických hnojiv obnovu života v půdě, protože přírodní organická hnojiva obohacují půdu o organickou hmotu. Jejich postupným rozkladem se půda obohacuje o humus a živiny se z nich uvolňují pozvolna.

Nejkvalitnější a také nejběžněji používaná jsou organická hnojiva živočišného původu, zejména dobře uleželý chlévský hnůj je kvalitním komponentem ke zlepšení struktury půdy i obsahu živin v půdě. Každý však nemá vždy přístup k těmto organickým hnojivům živočišného původu a je nucen hledat vhodné náhrady. Alternativou je zelené hnojení, tím je např. hrách, bob, lupina, dále svazenka či hořčice, kterými se osévají uvolněné plochy po sklizni a následně se zelená hmota po rozsekání zlehka zapraví do půdy.

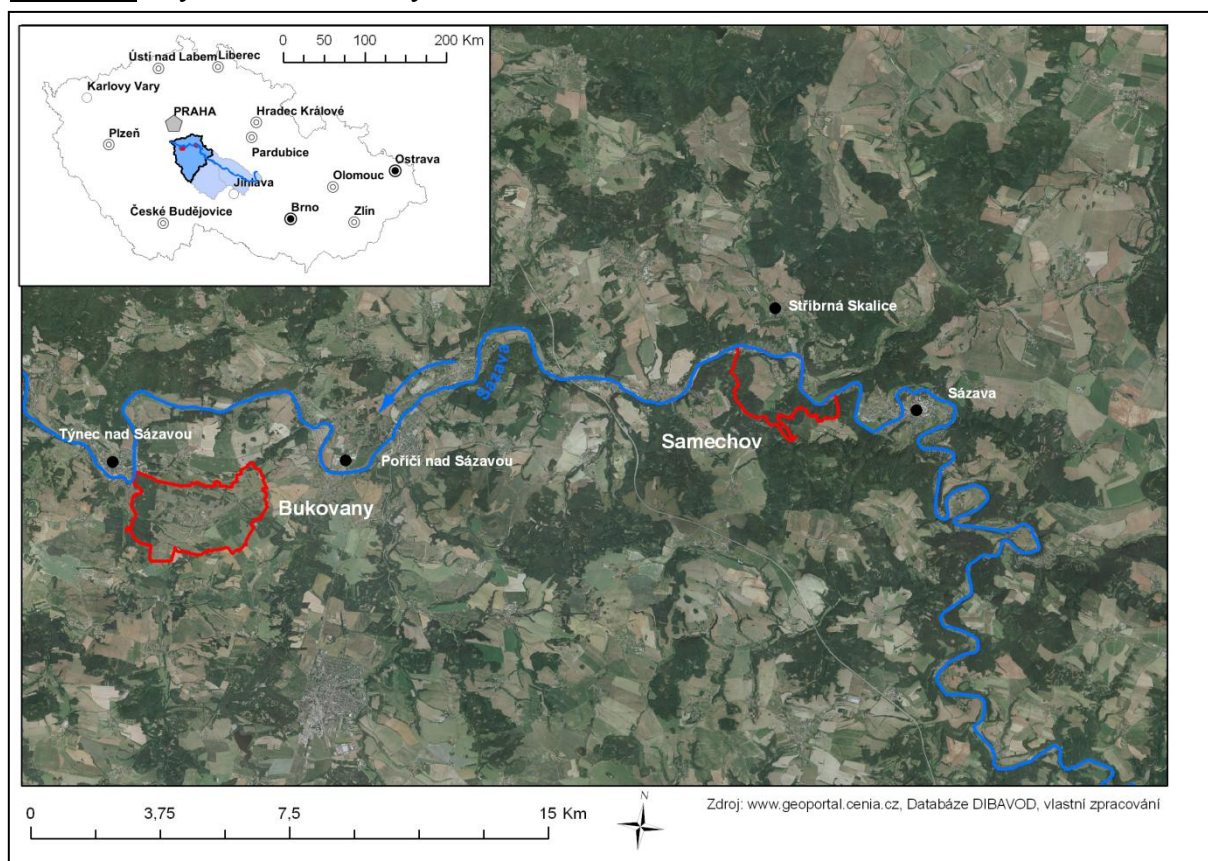
JENKINSON (1988 in SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 2002) uvádí pro hlinitou kambizem, že užíváním chlévského hnoje po 100 let vzrostla míra organického uhlíku z 6 až na 9 kg na m². Po aplikaci hnoje a 100 let nehnojení klesala míra z 6 na 4 kg na m². Při použití minerálních hnojiv NPK (Natriumkaliumphosphat) rostla míra pouze z 2,4 na 2,6 kg na m².

3. Fyzickogeografická charakteristika území

3.1 Vymezení sledovaných oblastí

Sledovanými oblastmi jsou katastry Bukovany a jeho okolí a Samechov. Oba dva katastry se nachází na levé části dolního povodí Sázavy v bývalém okrese Benešov ve Středočeském kraji (viz.mapa č.1) a jsou od sebe vzdáleny cca 20 km. Katastr Bukovany má rozlohu cca 750 ha, na západě sousedí s Týncem nad Sázavou, na východě s Poříčím nad Sázavou. Rozloha katastru Samechov činí cca 415 ha, tento katastr je lesnatější a leží mezi městy Stříbrná Skalice a Sázava. V tomto území se nachází Národní přírodní rezervace Ve Studeném s rozlohou 43 ha.

Mapa č.1: Vymezení sledovaných oblastí



3.2 Geologické poměry

Řešená území se nacházejí v oblasti tzv. Středočeského plutonu, který se rozkládá přibližně mezi městy Říčany, Tábor a Klatovy na ploše asi 3000 km² (viz.mapa č.2).

Jeho složité opakované intruze pronikaly k povrchu zřejmě podél významné diskontinuity středočeského švu, který odděluje kru Barandienu (bohemika) od kry

Moldanubika. Horniny plutonu kontaktně metamorfuji své okolí, ve kře Barandienu je to lem plodových břidlic a rohovců, ve kře moldanubika převážně lem hornin s cordieritem (CHLUPÁČ *et al.* 2002).

V pruhu mezi Říčany a Blatnou jsou zachovány nesouvislé zbytky pláště plutonu, tvořené kontaktně metamorfovanými proterozoickými a paleozoickými horninami, tzv. ostrovní zóny, která je řazena ke středočeské oblasti – bohemiku (CHLUPÁČ *et al.* 2002).

V uvedené mapě č.2 se část území Bukovan nachází v bazickém masívu (číslo 19) Středočeského plutonu, který má rozlohu asi 20 km². RÖHLICH *et al.* (1957) pro něj uvádí převládající horniny označované jako gabbrodiority. Dále do území zasahuje skupina sázavského typu (číslo 2) Středočeského plutonu. Její rozloha je asi 710 km². Převládá zde nejrozšířenější hornina plutonu, diferencovaná ve značném rozmezí od žul blízkých adamelitům až po diority s převládajícími granodiority a křemennými diority. Hornina je stejnosměrně zrnitá, nejčastěji amfibolicko-biotitická, často s hojnými bazickými peckami (RÖHLICH *et al.* 1957).

Skupina sázavského typu se nachází taktéž ve druhém sledovaném území Samechov, kde přechází do skupiny benešovského typu (číslo 7). Ten se vyznačuje rozlohou asi 175 km² s granodioritem, dříve označovaném jako starší biotitická žula. Zde odděluje sázavský typ a benešovský typ Středočeský pluton od Moldanubika, přesněji moldanubického a kutnohorského krystalinika.

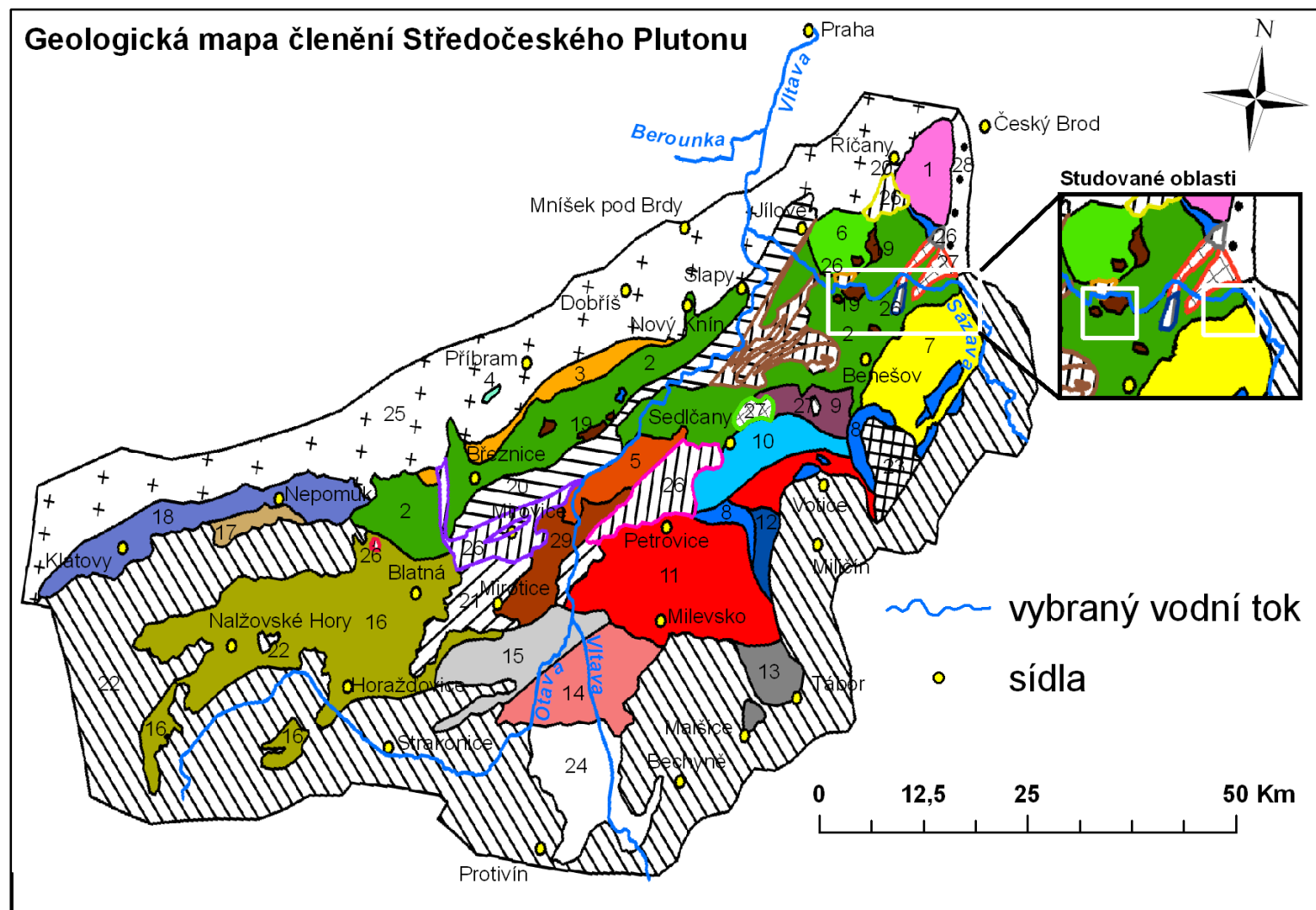
Většinu granitoidů doprovázejí i žilné deriváty – aplity a lamprofyry (minety, kersantity, spessartity aj.). Ty mají vztah k určitým typům granitoidů a mohou pronikat i do vzdálenějších částí mimo vlastní plutonický komplex (např. až do paleozoika na území Prahy) (CHLUPÁČ *et al.* 2002).

Kromě metagranitoidů devonského stáří (starosedelské ortoruly), které je ještě třeba řadit k plášti mladších intruziv, jsou ostatní plutonická tělesa vesměs postkinematická, tj. vniklá do svého okolí po hlavní fázi tlakových deformací. Podle radiometrických měření se stáří granitoidů pohybuje hlavně mezi 330 – 350 Ma a patří tedy ke spodnímu karbonu. To je v souladu s geologickými daty, neboť granitoidy kontaktně metamorfuji ještě horniny devonu, nepostihují však horniny pozdního svrchního karbonu zachované v blanické brázdě (CHLUPÁČ *et al.* 2002).

Podle většiny autorů (např. HOLUB *et al.* 1997 in CHLUPÁČ *et al.* 2002) vznikly granitoidy magmatickou cestou, diferenciací taveniny z hornin pláště (zejména tmavá, mafická magmata) i zemské kůry. Podle jiné, mnohem méně rozšířené koncepce mohly horniny plutonu vzniknout granitací na místě tj. metastatickým zatlačováním a rekrystalizací starších sedimentárních nebo vulkanických hornin (CHLUPÁČ *et al.* 2002).

Výše zmíněný výčet hornin sledovaných oblastí Středočeského plutonu, nám detailněji přibližují geologické mapy č.3 a č.4, vycházející z podkladu geologických map 1:50000.

Mapa č.2 : Mapa a legenda Středočeského Plutonu dle Suka (in Röhlich *et al.* 1957) z roku 1956



Zdroj: Mapa Středočeského Plutonu dle Suka (in Röhlich *et al.* 1957) z roku 1956, vlastní zpracování

Legenda k mapě členění Středočeského plutonu

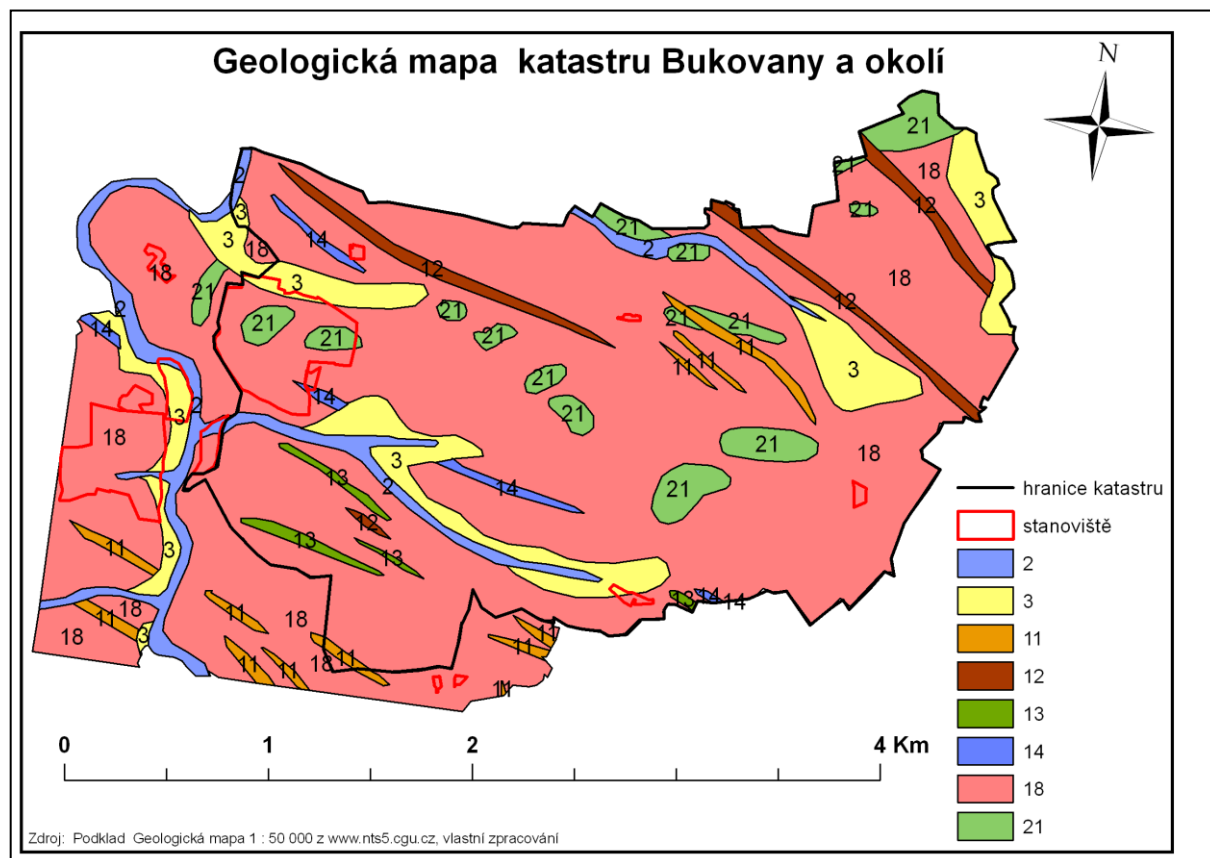
Geological Map of the Plzeň Region

Legend:

- Ostrovy (Islands):**
 - 20 jílovské pásmo
 - 21 orthoruly středočeského Plutonu
 - 22 moldanubické a kutnohorské krystalinikum
 - 23 popovický komplex (žuly, žuloruly, migmatity)
 - 24 podolský komplex
 - 25+ barrandienské proterozoikum a starší paleozoikum
 - 26 ostrovní proterozoikum a starší paleozoikum
 - 27 migmatické ostrovní proterozoikum
 - 28 permokarbon
- Pluton:**
 - 1 říčanský typ
 - 2 sázavský typ
 - 3 okrajová žula
 - 4 bohutínský křemenný diorit
 - 5 těchtická žula
 - 6 požárský typ
 - 7 benešovský granodiorit
 - 8 kyselé (aplitické) žuly
 - 9 maršovický granodiorit (hybridní)
 - 10 sedlčanský typ
 - 11 komplex Čertova Břemene
 - 12 granodiorit sedlecké kotliny
 - 13 táborský typ
 - 14 červený typ
 - 15 zvíkovský typ
 - 16 blatenský granodiorit
 - 17 kozlovický granodiorit
 - 18 nepomucký a klatovský typ
 - 19 basické masivy
 - 29 kozárovický typ

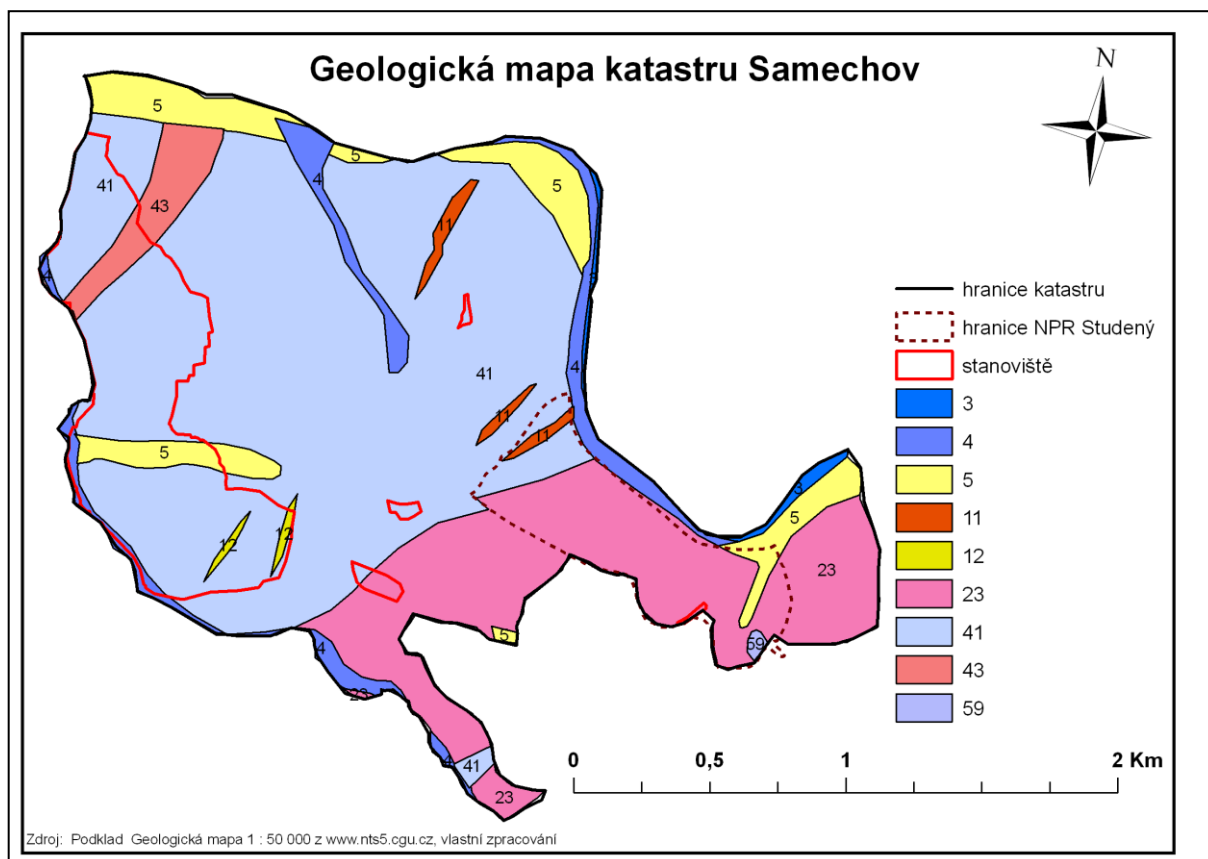
Zdroj: Mapa středočeského Plutonu dle Suka (in Röhlich et al. 1957) z roku 1956, vlastní zpracování

Mapa č.3: Geologická mapa katastru Bukovany



Vysvětlivky k legendě: **KVARTÉR (holocén) kenozoikum** 2 – deluviofluviální a fluviální kamenitohlinité až písčito-hlinité sedimenty s příměsí valounů, 3 – deluviální, převážně kamenitohlinité až písčito-hlinité sedimenty
PALEOZOIKUM (svrchní paleozoikum, středočeský pluton a žilný doprovod) karboperm 11 – aplit, pegmatit, žilný granit a granodiorit, 12 – granitový a syenitový porfýr, 13 – granodiorit, křemenodioritový porfýr a nečleněné bazické žilné horniny, 14 – lamprofýr, 18 – amfibol–biotitový granodiorit až tonalit (sázavský typ), 21 – amfibolové a biotit–amfibolové gabro až gabrodiorit s pyroxenem (peceradský typ).

Mapa č.4: Geologická mapa katastru Samechov



Vysvětlivky k legendě: **KVARTÉR (holocén)** 3 – fluviální jílovitopísčité až písčité hlíny, místy písčité štěrky, 4 – deluviofluviální písčitojílovité až písčité hlíny (**holocén – pleistocén**) 5 – deluviální hlinité až hlinitokamenité sedimenty, **PALEOZOIKUM (středočeský pluton)** 11 – žilný křemen, 12 – aplit, 23 – muskovit–biotitický až biotitický kataklastický granit až granodiorit, **SVRCHNÍ PROTEROZOIKUM (kralupskožbraslavská skupina)** 41 – amfibolická fylitická břidlice, metamorfovaný bazalt a amfibolický porfyr, 43 – ryolit, dacit a jejich tufy, **moldanubikum** 59 – migmatizovaná biotitická a sillimanit–biotitická pararula

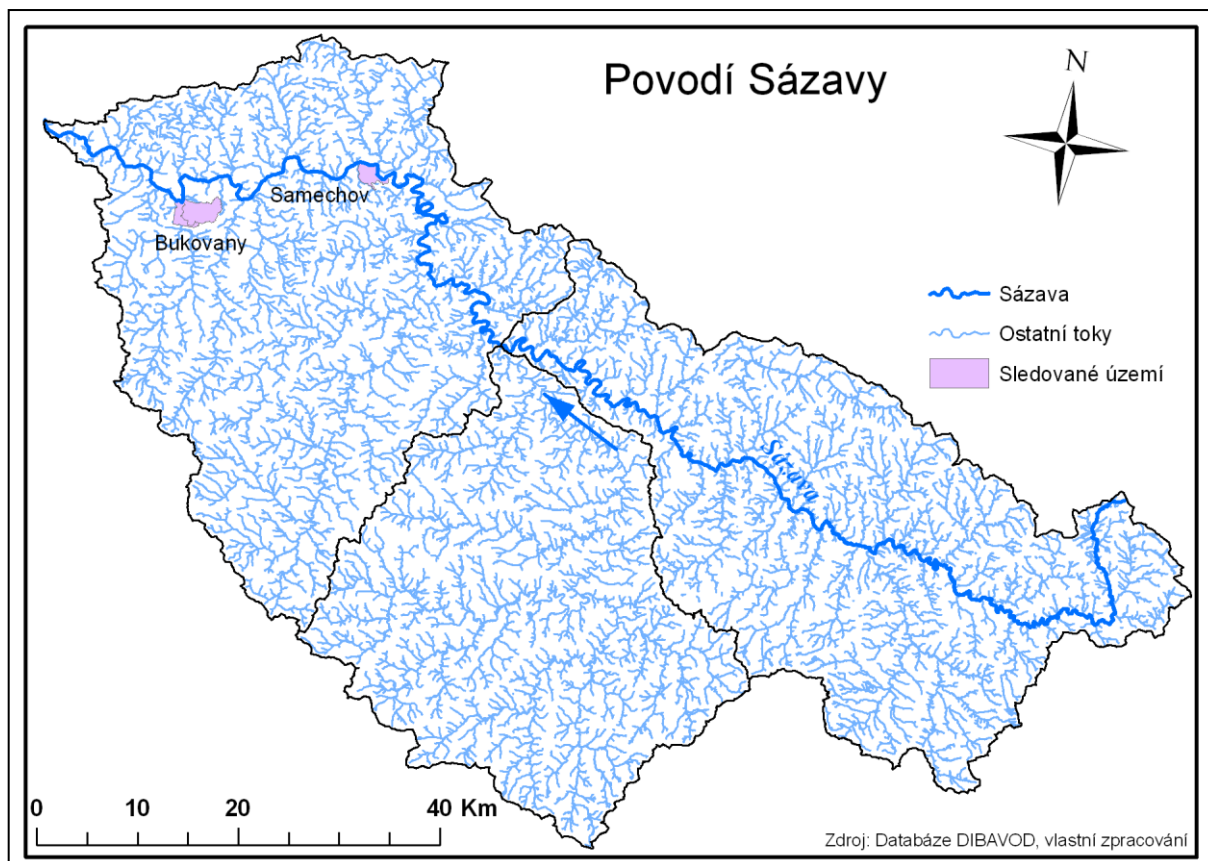
3.3 Hydrologická charakteristika

Sledovaná území se nachází na levém části řeky Sázavy v dolním toku povodí (viz. mapa č.5).

Sázava pramení na Českomoravské vrchovině v sedle mezi Kamenným vrchem a Šindelským vrchem v nadmořské výšce 755 m n. m. (ČERVINKA 1997 in CHUMAN 2002). Protéká zhruba od VJV k ZSZ. Celkovou délku toku od pramene k ústí uvádí Louček (in ZÚBEK, KUNSKÝ 1968) 225,4 km. Plocha povodí je 4349 km². Průměrný dlouhodobý roční průtok Sázavy při ústí je 25,25 m³/s a specifický odtok 5,86 l/s/km² (CHUMAN 2002).

Pětiletá voda zde činí 400 m³/s, stoletá voda 810 m³/s. Tvar povodí alfa (plocha povodí / délce toku) je roven 0,09, což odpovídá povodí protáhlého typu (ŠTĚPANČÍKOVÁ 2001 in KUNCOVÁ 2005).

Mapa č.5 : Povodí Sázavy



3.4 Klimatické poměry

Na našem území jsou dlouhodobě uváděny dvě regionální klimatické klasifikace. Jednou je tzv. Quittova klasifikace z roku 1971 a druhou je méně detailní klasifikace z atlasu podnebí ČSR z roku 1958.

Studované oblasti se dle členění QUITT (1971), který vychází z dat z let 1901 – 1950 a 1926 až 1950 z Atlasu podnebí ČSR, nachází v mírně teplé oblasti, v zóně MT10 Bukovany a okolí a Samechov v zóně MT11 (viz obr. č.18). QUITT (1971) u některých charakteristik uvádí mírně odlišné hodnoty, než jak jsou zobrazeny pro příslušnou oblast v Atlasu ČSR. Přesto se 8 ze 12 sledovaných elementů zcela shoduje a zbylé 4 částečně. Zónu MT11 (viz obr. č.18) charakterizuje QUITT (1971) jako nejteplejší a nejsušší z mírně teplé oblastí s teplým a suchým dlouhým létem. Přechodné období je zde krátké s mírně teplým jarem a podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Oblast MT10, kde leží Bukovany, je s oblastí MT11 téměř totožná. Liší se pouze vyššími hodnotami pro srážkové charakteristiky pro oblast MT10. Těmi jsou průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více a úhrn srážek ve vegetačním období.

Quittova klasifikace je použita i v nejnovějším Atlasu podnebí Česka z roku 2007, pro kterou jsou použita data z let 1961 – 2001. Díky počítačové technice a zejména programu

ArcGis je finální podoba klasifikace zpracována detailněji než je tomu v předchozím případě z roku 1971.

Metoda zpracování se zásadně liší od ostatních map v atlase podnebí Česka, neboť klimatické typy jsou kategoriální data a nelze je plošně interpolovat běžným způsobem. Proto byly výchozí digitální mapy jednotlivých prvků převedeny do databázového prostředí a zde provedeny klasifikace pro každý pixel gridu terénu republiky, včetně shlázení hranic klimatických typů speciálním algoritmem.

Na území Bukovan a okolí můžeme rozlišit zónu T2, která náleží do teplé oblasti. Pro tuto zónu uvádí Quitt dlouhé, teplé, suché léto, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem a krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Dále se zde objevuje i výše zmíněná zóna MT11. Na území Samechova se prolínají zóny MT10 a MT7 a částečně zde zasahuje i zóna MT11. Pro zónu MT7 uvádí Quitt charakteristiku normálně dlouhého, mírně suchého léta, přechodné období je krátké s mírným jarem a mírně teplým podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Je třeba poznamenat, že číselné hranice jednotlivých klimatických okrsků jsou pouze orientační, což platí jak pro mapu z roku 1971 tak i pro mapu z roku 2007, proto klasifikace neumožňuje zcela jednoznačné srovnání změn klimatu menších oblastí.

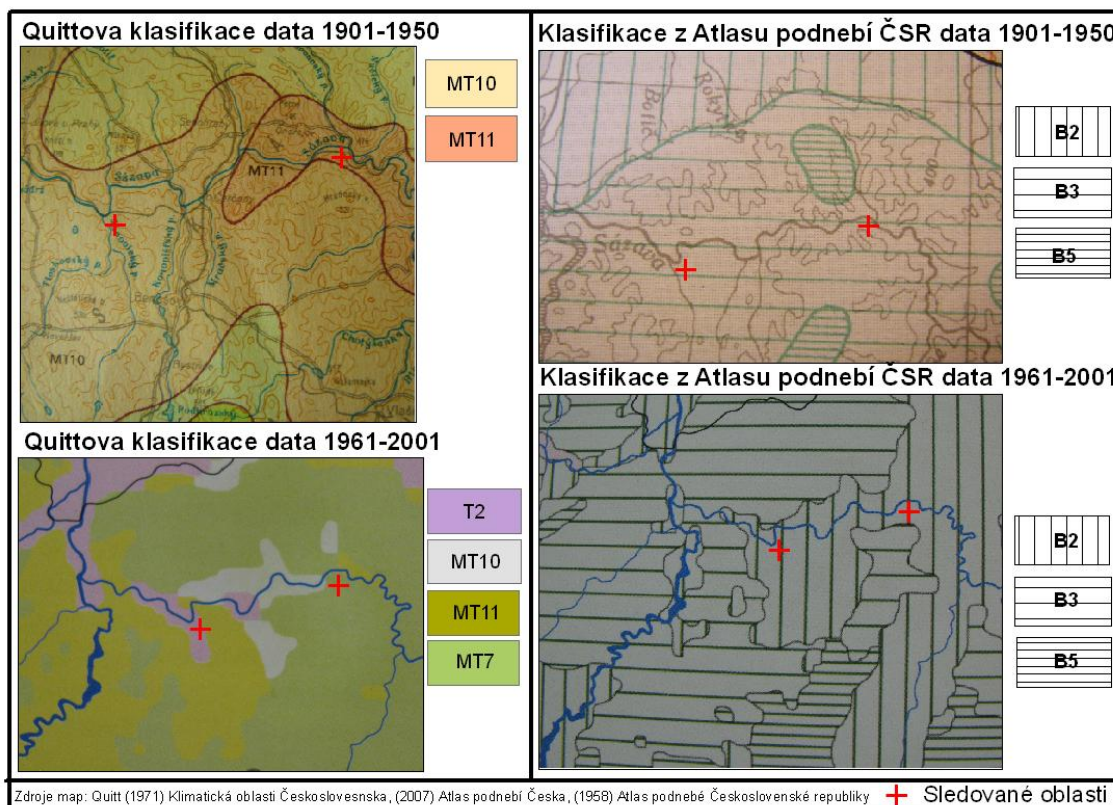
Jako výpomoc pro lepší popis Quittovy klasifikace nám může posloužit druhá, ne tak detailní, klimatická klasifikace Atlasu ČSR, která sice není zcela převzata v Atlasu podnebí Česka, ale zachovává původní záměr a je jednoznačnější než Quittova.

Dle této klasifikace můžeme jednoznačně, ne však zcela detailně sledovat změnu klimatu za sledovaná období.

Obě dvě sledované oblasti se nachází v letech 1901-1950 v mírně teplé oblasti, přesněji v klimatu mírně teplém, mírně vlhkém, s mírnou zimou a pahorkatinném okrsku B3. V letech 1961-2001 jsou sledovaná území v okrsku B2, který je charakterizován mírně teplým, mírně suchým klimatem, převážně s mírnou zimou.

V tabulce č.13 jsou popsány sledované charakteristiky pro oblasti Bukovany a Samechova z Atlasu podnebí ČSR (1958) za období 1901 - 1950 a Atlasu podnebí Česka (2007) za období 1961 až 2001.

Obr. č.18: Změna klimatu sledovaných oblastí dle Quittovy klimatické klasifikace a klasifikace z Atlasu podnebí ČSR



Z výše popsaných zón klasifikací můžeme popsat vývoj sledového území. Ve 2. polovině 20. století dochází dle klasifikace z Atlasu ČSR k posunu okrsku B2 na místo okrsku B3. Z uvedené změny je patrný přechod od mírně vlhkého k suššímu klimatu a častějšímu výskytu mírných zim, celková vlhkost se snižuje oproti okrsku B3. Tento přechod probíhá hlavně na území Bukovan, které se táhne od Týnce nad Sázavou až k okolí Senohrab. U oblasti Samechova můžeme spíše pro velmi členitý reliéf na krátkou vzdálenost usuzovat, že k tak významně změně nedošlo. Z Quittovy klasifikace můžeme vyčíst v oblasti Samechova rozsáhlý ústup ostrova zóny M11, který se rozprostíral v 1. polovině 20. století od Čerčan až po Český Šternberk a jeho nahrazení zónou MT7. Dlouhé teplé a suché léto je nahrazeno normálně dlouhým mírně suchým létem, naopak zima se prodlužuje a není tak suchá jako v 1. polovině 20. století. Západním směrem od Senohrab až po Týnec se vývoj klimatu mění v teplejší oblasti. V 1. polovině 20. století je zde zaznamenána zóna MT10, která se ve 2. polovině 20. století člení ještě do zóny MT11 a T2. Tyto zóny jsou odlišné od MT10 zkracujícím se přechodným obdobím, kratší délkou sněhové pokrývky a celkově nižší srážkovou činností.

Tab. č.13: Klimatické charakteristiky sledovaných území

charakteristika	Bukovany a okolí Atlas podnebí ČSR (1958)	Samechov Atlas podnebí ČSR (1958)	Bukovany a okolí Atlas podnebí Česka (2007)	Samechov Atlas podnebí Česka (2007)
Počet letních dnů ($T_{max} \geq 25\text{ C}$)	40-50	40-50	40-50	30-40
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 C a více	160-170	150-160	160-170	160-170
Počet mrazových dnů ($T_{min} \leq 0,1\text{ C}$)	110-130	110-130	80-100	100-120
Počet ledových dnů ($T_{max} \leq 0,1\text{ C}$)	30	30-40	30	30-40
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3	-2 - -3	-2 - -3	-2 - -3
Průměrná teplota v červenci	17-18	17-18	18-19	17-18
Průměrná teplota v dubnu	7-8	7-8	8-9	8-9
Průměrná teplota v říjnu	8-9	8-9	8-9	8-9
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	100-120	90-100	100-110	100-110
Srážkový úhrn ve vegetačním období (IV – IX)	350-400	350-400	360-460	360-460
Srážkový úhrn v zimním období (X – III)	200-250	200-250	190-240	210-270
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50-60	50-60	50-60	50-60

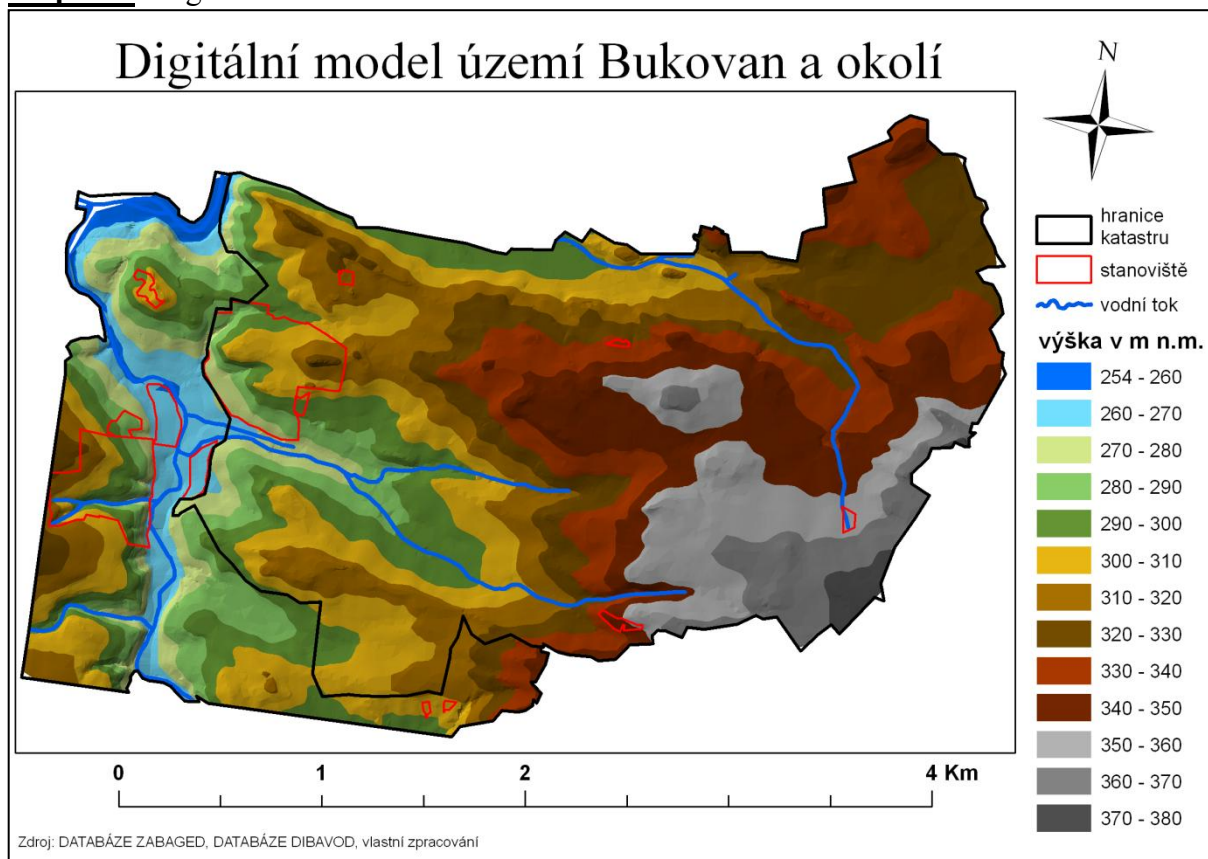
Quittova charakteristika i údaje z Atlasů podnebí Česka jsou ale příliš všeobecné. I u tak malých oblastí můžeme vymezit místa s velmi odlišnými mezoklimatickými podmínkami, a to především v inverzních polohách, dále místa s vyšší nadmořskou výškou, kde se nachází lokality s vyšší průměrnou výškou sněhové pokrývky a zároveň také s větším počtem dnů se sněhovou pokrývkou. Stejně tak existují i rozdíly v délce trvání vegetačního období, a to zejména ve srovnání svahů s jižní expozicí a severní expozicí.

3.5 Geomorfologické poměry

Reliéf oblasti Bukovan a okolí je zvlněný, vystupující do výšek 250 m. n. m. v okolí Sázavy a Janovického potoka až po výšky 380 m. n. m. ve východní části (viz mapa č.6). Zdvih reliéfu je pozvolný, pouze v okolí Janovického potoka a Sázavy jsou strže vyhloubené erozí vodních toků, avšak jejich délka je malá. Sledovaná oblast leží dle geomorfologického členění Čech v Čerčanské pahorkatině (BALATKA, KALVODA 2006).

V území převládají dle klasifikace sklonu svahů DEMEK *et al.* (1972 in HORNÍK *et al.* 1986) slabě ukloněné svahy 0 – 2° a mírně ukloněné svahy 2 - 5°. Ve velké míře se zde taktéž vyskytují svahy silně ukloněné (5-15°), převažuje však dolní interval sklonu 5-10°, který se nachází ve většině sledovaných stanovišť. Horní interval 10-15° silně ukloněných svahů společně se strmými svahy (15-25°) se vyskytuje v místě strží a údolí vodních toků a v místech terénních stupňů (viz mapa č.8).

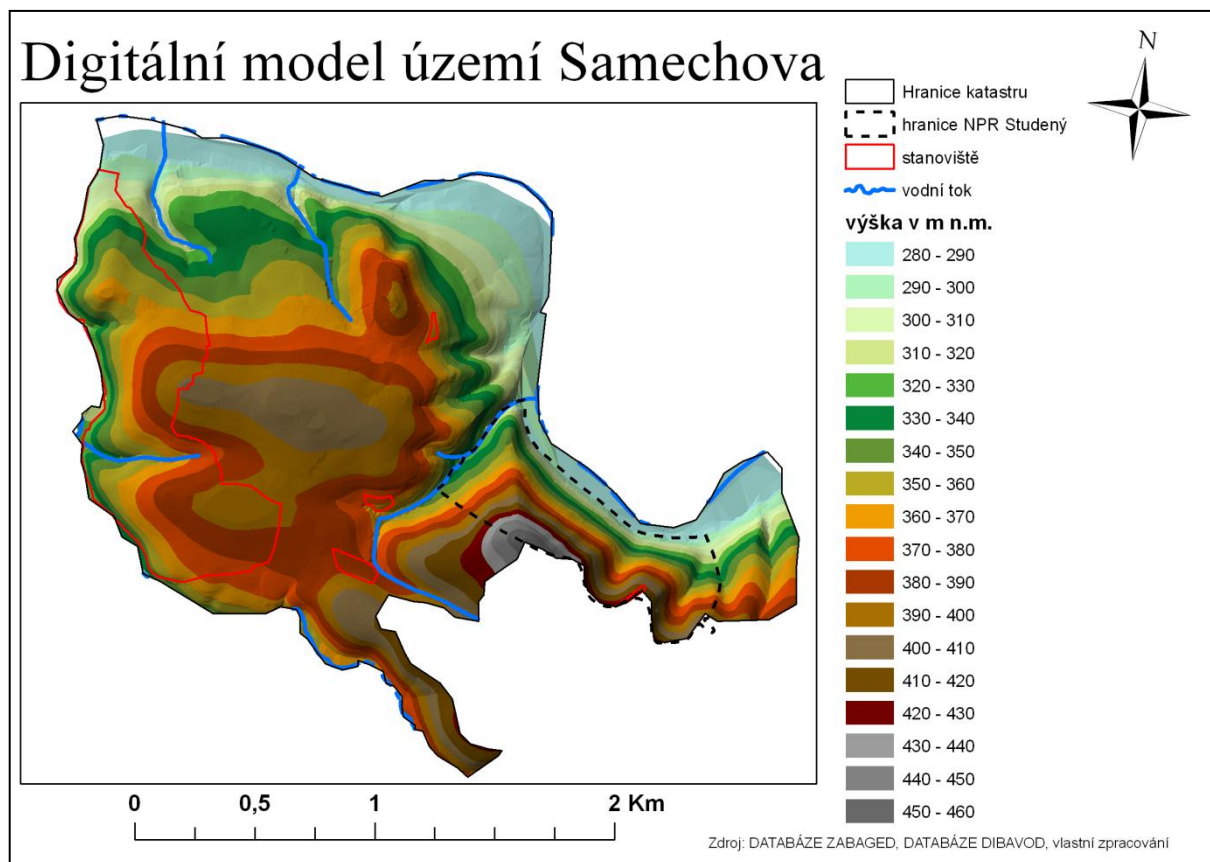
Mapa č.6: Digitální model terénu oblasti Bukovan a okolí



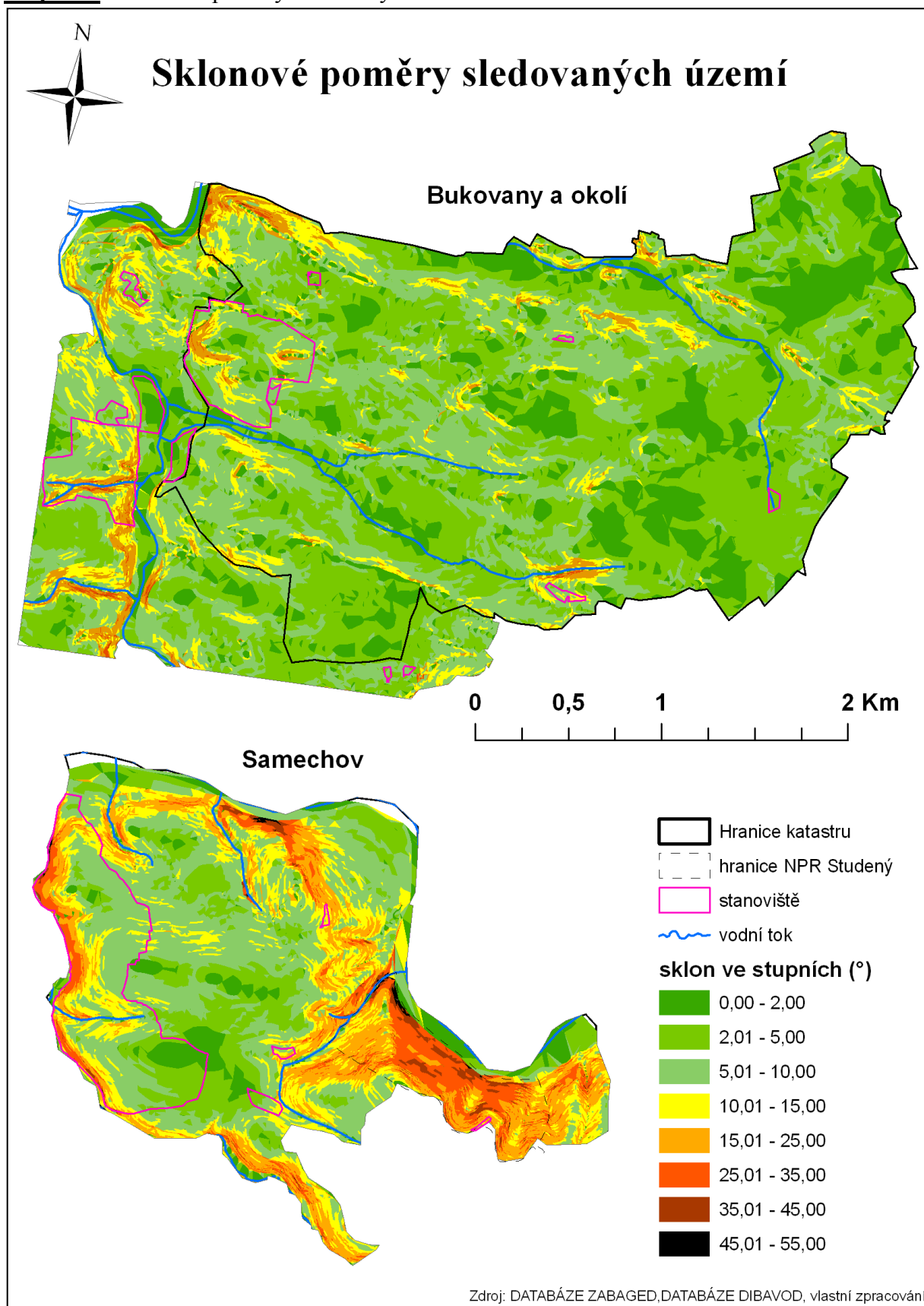
Reliéf oblasti Samechova je oproti předchozímu území již značně členitější, dosahující výšek 280-460 m (viz mapa č.7). Zdvih reliéfu, jak můžeme vidět na přiloženém 3D pohledu (mapa č.7), je strmější. Podél Sázavy a v okolí vodních toků je množství strží. Jejich délka je mnohem delší, nežli je tomu u předchozího území. Sledovaná oblast náleží dle geomorfologického členění Čech k Lbosínské vrchovině (BALATKA, KALVODA 2006).

Ve střední části území převládají slabě ukloněné ($0-2^\circ$), mírně ukloněné svahy ($2-5^\circ$) a svahy s intervalem $5-10^\circ$. V okrajových částech katastru převládají svahy se sklonem $10-15^\circ$. Svahy strmé se sklonem $15-25^\circ$ a velmi strmé svahy se sklonem $25-35^\circ$ jsou charakteristické pro hluboké strže a Národní přírodní rezervaci Ve Studeném. V menší míře se vyskytují srázy se sklonem $35-55^\circ$ (viz.mapa č.8).

Mapa č.7: Digitální model terénu oblasti Samechova



Mapa č.8: Sklonové poměry sledovaných území Bukovan a okolí a Samechova



3.6 Vegetační poměry a antropický vliv

Obě sledované oblasti náleží dle fytogeografického členění, které uvádí SKALICKÝ (1988 in CHUMAN 2002), do fytogeografické oblasti mezofytika.

Jedná se o oblast vegetace a květeny temperátního pásma ve středoevropských podmínkách oceanity, což je oblast opadavého listnatého lesa. Zahrnuje vegetační stupeň suprakolinní až submontánní. V nižších polohách mezofytika se vyskytují ve zbytcích klimaxové porosty habrových (na některých místech lipových) doubrav, dále borové doubravy a jedlové doubravy až jedliny. Ve vyšších polohách nalezneme květnaté nebo acidofilné bučiny (jedliny) submontánního stupně (CHUMAN 2002).

Ukončení dalšího vlivu člověka na krajinu by pravděpodobně vedlo v uvedených oblastech dle mapy potenciální přirozené vegetace k vytvoření jednotky černýšové dubohabřiny a bikové nebo jedlové doubravy na území Bukovan a okolí, na území Samechova by to potom byla jednotka lipové bučina s lípou srdčitou (viz mapa č.9).

Černýšová dubohabřina - (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*), nadřazená kategorie dubohabřiny a lipové doubravy (*Carpinion*)

Obsah mapovací jednotky tvoří stinné dubohabřiny s dominantním dubem zimním (*Quercus petraea*) a habrem (*Carpinus betulas*), s častou příměsí lípy (*Tilia cordata*, na vlhčích stanovištích *Tilia platyphyllos*), dubu letního (*Quercus robur*) a stanoviště náročnějších listnáčů (jasan – *Fraxinus excelsior*, javor klen – *Acer pseudoplatanus*, javor mlč – *Acer platanoides*, třešeň – *Cerasus avium*). Ve vyšších nebo inverzních polohách se též objevuje buk (*Fagus sylvatica*) a jedle (*Abies alba*). Vyvinuté keřové patro tvořené mezofilními druhy opadavých listnatých lesů pouze v prosvětlených porostech. Charakter bylinného patra určují mezofilní druhy, především byliny (*Hepatica nobilis*, *Galium sylvaticum*, *Campanula persicifolia*, *Lathyrus vernus*, *L. niger*, *Lamium galeobdolon*, *Melampyrum nemorosum*, *Mercurialis perennis*, *Asarum europium*, *Pyrethrum corymbosum*, *Viola reichenbachiana* aj.), méně často trávy (*Festuca heterophylla*, *Poa nemoralis*).

Černýšová dubohabřina představuje klimaxovou vegetaci planárního až suprakolinního ve výškách 200-450 m n.m., s optimem výskytu ve stupni kolinním. V rámci uvedeného výškového rozpětí představuje jednotka značnou ekologickou variabilitu. Osídluje různé tvary reliéfu, nížinné roviny, různě orientované svahy i mírné terénní deprese. Jednotka se vyskytuje na půdách, vznikající větráním různých geologických substrátů od kyselých hornin krystalinika po krystalické vápence, svahoviny, spraše nebo aluviální náplavy aj. Půdním typům odpovídají kambizemě a luvizemě s různým množstvím živin a velkým rozpětím acidity s případným oglejením nebo pseudoglejením. Půdy na aluviu odpovídají hnědozemnímu gleji (NEUHÄUSLOVÁ *et al.* 1998)

Biková a/nebo jedlová doubrava (*Luzulo albite-Quercetum*), nadřazená kategorie acidofilní bikové, jedlové, březové a borové doubravy (*Genisto germanicae-Quercion*)

Mapovací jednotka sdružuje acidofilné bikové a jedlové doubravy blízkého druhového složení a obdobných stanovištních poměrů.

Ve stromovém patře dominuje dub zimním (*Quercus petraea*) s příměsí dalších listnáčů jako bříza (*Betula pendula*), habr (*Carpinus betulas*), buk (*Fagus sylvatica*), jeřáb (*Sorbus aucuparia*), lípa (*Tilia cordata*), v jedlových doubravách jedle (*Abies alba*). Dub letní (*Quercus robur*) se objevuje jen na relativně vlhčích místech. Ve slabě vyvinutém keřovém patře dominují zmlazené dřeviny stromového patra. V bylinném patře převažují (sub)acidofilní a mezofilní lesní druhy (*Poa nemoralis*, *Luzula luzuloides*, *Vaccinium myrtillus*, *Convallaria majalis*, *Festuca ovina*, *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrotis arundinacea*, *Melapyrum pretense* aj.)

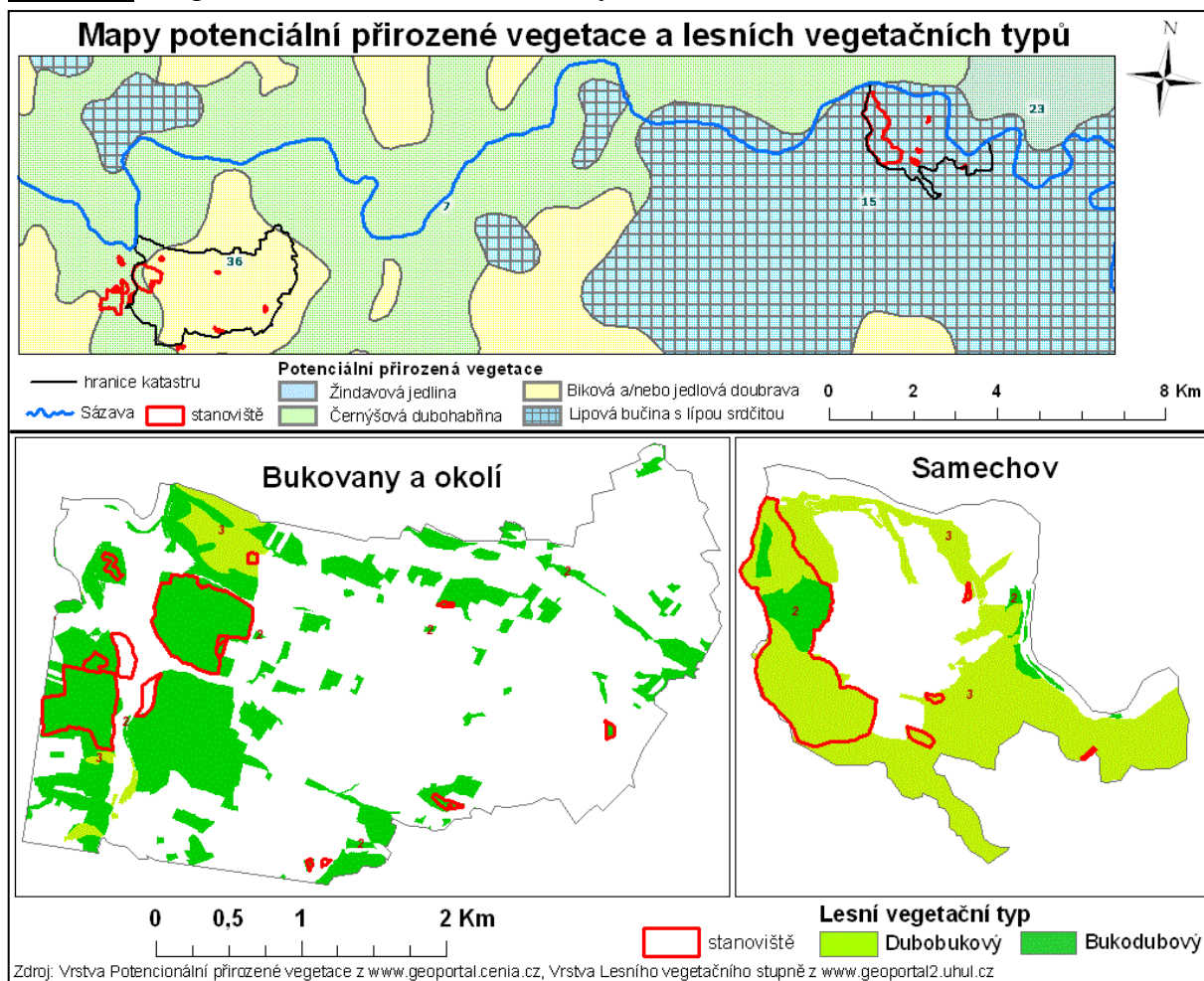
Biková a jedlová doubrava představuje edafický klimax na živinami chudých substrátech (ruly, žuly, svory, kyselé břidlice aj.) v planárním a zvláště kolinním stupni se subkontinentálním klimatem. Tato společenstva osídlují různé reliéfové formy – v pahorkatinách převládá kopcovitý reliéf, jinde vyrovnané, ploché nebo mírně zvlněné tvary, vzácněji i ostřejší svahy říčních kaňonů. Nejčastější výskyt je na půdách mezooligotrofních až oligotrofních kambizemí nebo luvizemí (parahnědozem). Reakce je kyselá až velmi silně kyselá. Biková doubrava osídluje i občas půdy vysychavé, jedlová doubrava vlhké substráty (NEUHÄUSLOVÁ *et al.* 1998).

Lipová bučina s lípou srdčitou (*Tillo cordatae-Fagetum*), nadřazená kategorie květnaté bučiny (*Eu-Fagenion*)

Jednotka je tvořena většinou jen stromovým a bylinným patrem, keřové a mechové patro se vyskytuje jen nahodile a fragmentárně. Ve stromovém patru především buk (*Fagus sylvatica*), příměs tvoří habr (*Carpinus betulas*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a dub zimní (*Quercus petraea*), řidčeji jedle (*Abies alba*). Ve složení bylinného patra se uplatňují především náročnější druhy řádu *Fagetalia*, dále např. *Dentaria bulbifera*, *Prenanthes purpurea*, *Actaea spicata*, *Hordelymus europaeus*, *Bromus Beneši*, *Campanula trachelium* aj.

Jednotka se vyskytuje jako klimaxové lesní společenstvo v submontánním stupni, převážně v rozpětí výšek 400-600 m. n. m. V nižších polohách je soustředěna hlavně na svahy se severní expozicí, dále místní podmínky např. klima hluboce zaříznutých údolí s častými inverzními polohami, což ukazuje na mezoklimatickou podmíněnost výskytu. Co se týče půdních poměrů, vymezuje se jednotka k mezotrofní až eutrofní variantě kambizemě, vzniklé většinou na silikátových horninách různé minerální síly. Dále se s ní můžeme setkat na polygenetických půdách komplikovaných profilů a geneze. Na vyzrálých půdách zaujímá funkci klimaxu, na silně skeletovitých svahovinách vstupuje na tankerové kambizemi v roli subklimaxu (NEUHÄUSLOVÁ *et al.* 1998).

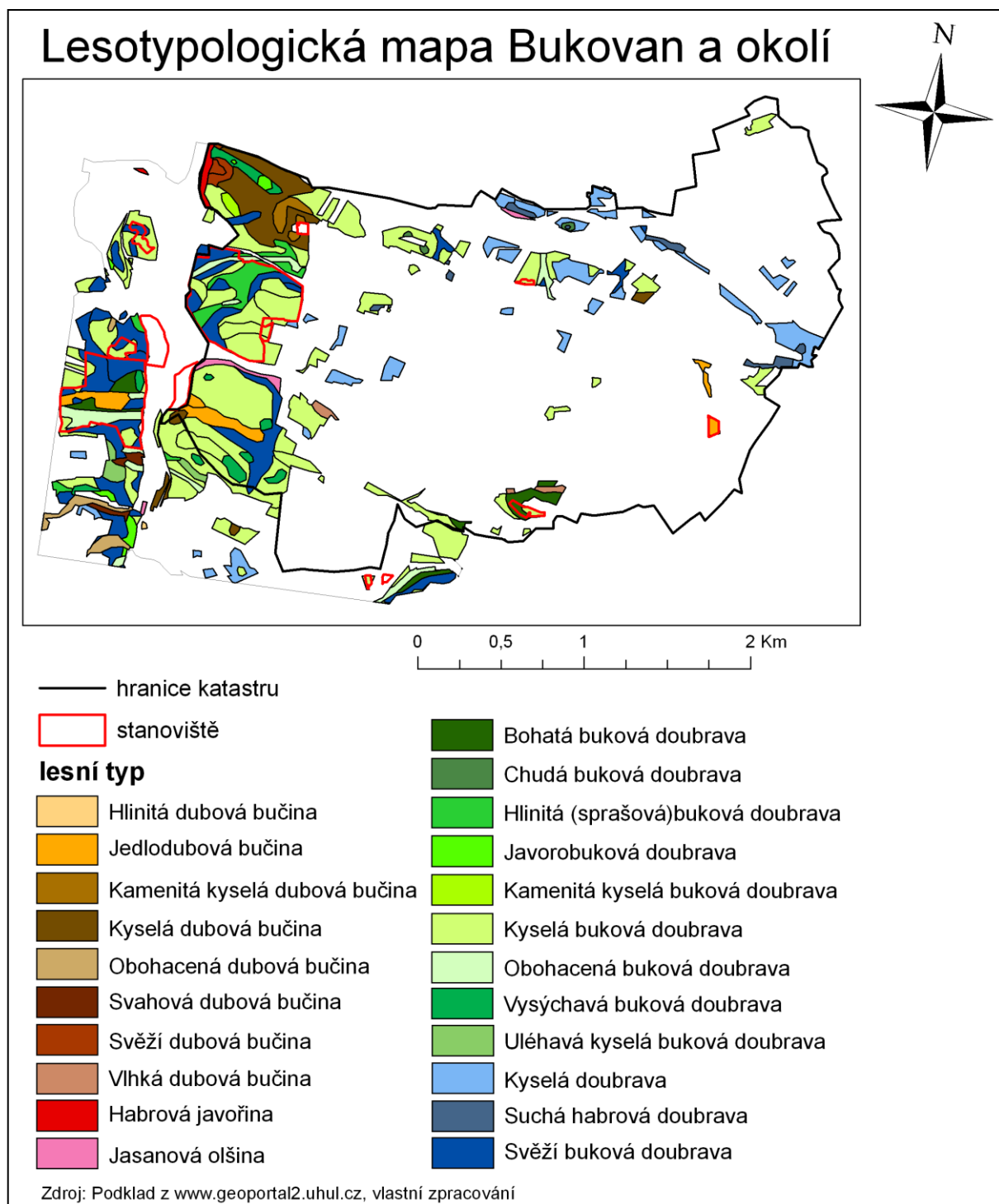
Mapa č.9: Vegetační charakteristika sledovaných oblastí



Z lesních vegetačních stupňů, které dle definice ÚHUL jsou geobiocenologickou jednotkou vertikálního výškového členění lesního prostředí v ČR indikované převažující dřevinou skladbou autochtonních porostů, se na obou územích prolínají lesní vegetační stupně dubobukový a bukodubový. Dubobukový stupeň převažuje na území Samechova, které leží ve vyšší nadmořské výšce. U území Bukovan a okolí převažuje naopak stupeň bukodubový (viz mapa č.9).

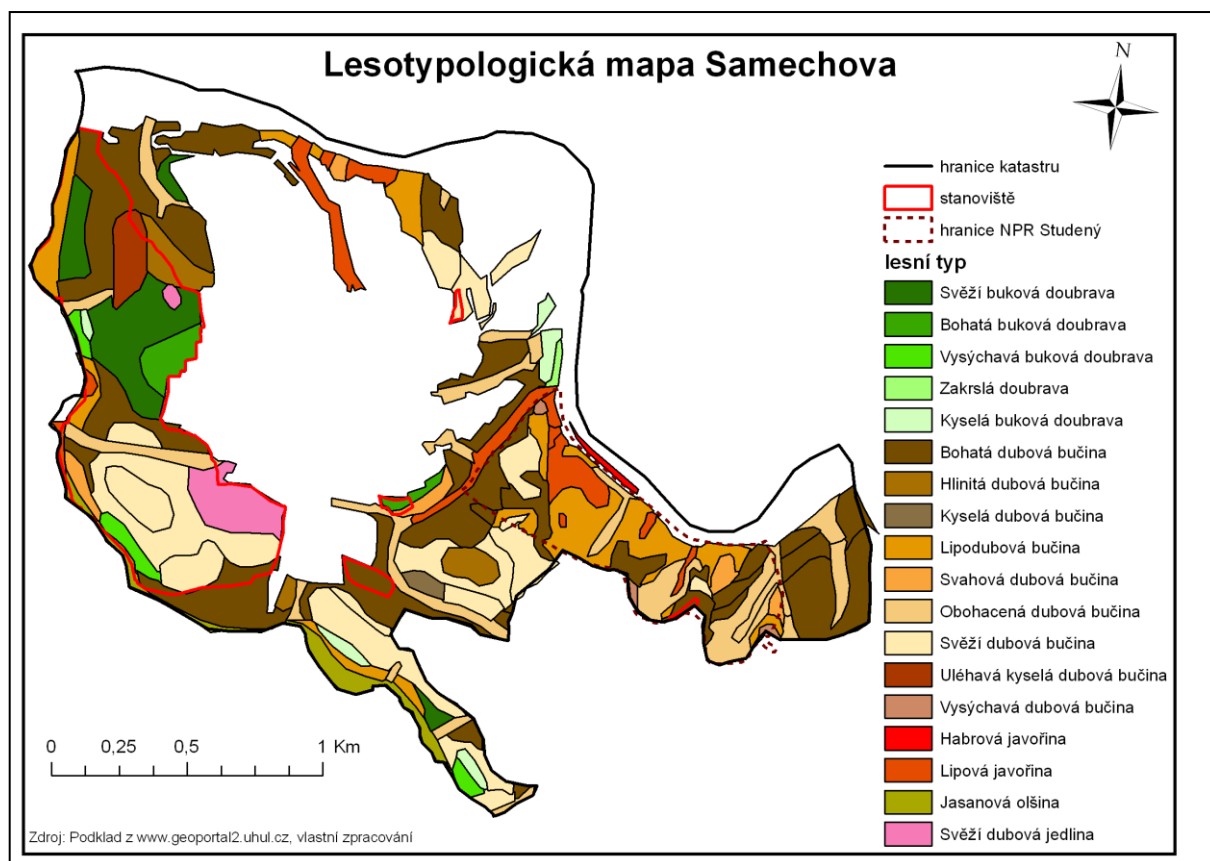
Detailněji popisuje území lesa nejnižší jednotka diferenciacie růstových podmínek vymezeného stanoviště lesní typ. V lesotypologických mapách se značí dvojmištným kódem, kde první pozice značí vegetační stupeň a druhá edafickou kategorii. Na území Bukovan a okolí převažují bukové doubravy s různými typy stanovištních podmínek, nejvíce je zde zastoupena kyselá buková doubrava (kód 2K) se svěží bukovou doubravou (kód 2S) a v menší míře kyselá doubrava (kód 1K) (viz mapa č.10). Naopak v území Samechova výrazně převažují různé typy dubových bučin (viz mapa č.11), nejvíce bohatá dubová bučina (kód 3B), dále svěží dubová bučina (kód 3S) a na silně svažitéch a srázných sklonech lipodubová bučina (kód 3A) s lipovou javořinou (kód 3J).

Mapa č.10: Lesotypologická mapa Bukovan a okolí



Dle katalogu biotopů (CHYTRÝ *et al.* 2001) se v území Bukovan a okolí vyskytují suché acidofilní doubravy, hercynské dubohabřiny a acidofilní teplomilné doubravy. V oblasti Samechova to jsou květnaté bučiny a ve vyšších polohách acidofilní bučiny. Lipová javořina (3J) se nachází v kategorii suťového lesa.

Mapa č.11: Lesotypologická mapa Samechova



Vlivem odlesnění, přeměnou na zemědělskou půdu, lesní pastvy, intenzivnější výstavbou a přeměnou na monokulturu jsou v současné době tyto jednotky plošně omezenější než by tomu bylo v přirozeném stavu bez zásahu člověka.

Antropický vliv

Antropický vliv na vegetaci velmi dobře shrnuje ve své práci CHUMAN (2002), z které budu dále čerpat.

K antropogenním změnám vegetace na našem území začalo docházet s rozvojem osídlení. V období středního holocénu přibližně před 7000 – 6500 lety začalo na námi studovaném území pronikat neolitické zemědělství. Lidé se usadili a budovali si trvalejší sídla. Tato zásadní přeměna ve způsobu života lidí znamenala výrazné změny vegetace v krajině. K tomu, aby lidé mohli pěstovat kulturní plodiny, potřebovali ornou půdu, kterou získávali žďářením lesů. Druhý zásadní dopad na krajinu měl chov domácích zvířat. Lesní pastva prosvětlovala okolní les. Jak uvádí MORAVEC (1994 in CHUMAN 2002), pastva domácích zvířat selektivně ovlivňuje druhové složení rostlinných společenstev. Jsou potlačovány druhy dobyt看 vyhledávané, což umožňuje expanzi nespásaných druhů.

Po vyčerpání půdy byli lidé nuceni svá sídla přesunout a na opuštěných plochách opět vyrostl les. Domnívám se však, že k tomu nedocházelo v takové míře, jako je tomu např. v tropických oblastech. Na začátku neolitu byla zemědělstvím ovlivněna jen malá část krajiny. S rostoucí populací a nároky na zemědělskou půdu se však tato plocha začala zvětšovat.

K velkoplošnému odlesnění dochází se stabilizací osídlení asi před 4000 lety. Na místech původních lesních porostů vznikaly pole, louky a pastviny. Regeneraci lesa bylo bráněno orbou, kosením, pastvou nebo vypalováním. Jak uvádí (NEUHÄUSLOVÁ *et al.* 1998), celkové prosvětlení krajiny způsobilo i změny mikroklimatu. Na nezastíněných místech došlo k vysušení, otevřely se možnosti pro migraci světlomilných, často xerothermních rostlin, z dřívějších ojedinělých stanovišť. Dochází ke xerothermizaci vegetace a vzniku druhotných xerothermních porostů.

Od 6. století se obyvatelstvo rozšiřuje i do vrchovin, což vede k většímu rozsahu odlesnění. Dříví se těžilo pro hospodářské účely.

Na změny vegetace neměla vliv pouze zmíněná pastva hospodářských zvířat, ale také hrabání steliva. V původních květnatých lesních typech tím docházelo k ochuzení půdy. V oblastech s převahou silikátových hornin se půda stávala kyselejší, což mělo za následek ochuzení podrostu.

Mráz (1956 in CHUMAN 2002) uvádí v rozboru pylových analýz následující popis změn vegetace. Mezi 5. – 8. stoletím př. n. l. byl v oblasti dolního Posázaví prokázán větší podíl pylu obilí. V lesích převažovala jedle a buk. Současně dochází v tomto období k většímu zastoupení borovice. S rozšiřující se plochou pro zemědělskou činnost později dochází k poklesu zastoupení jedle a buku. Díky pastvě, která omezuje obnovu listnatých porostů, roste podíl borového a smrkového lesa. Tento stav trvá až do středověku.

V době husitských válek a třicetileté války dochází k utlumení zemědělství a k růstu zastoupení jedle a buku. Opuštěné plochy zarůstají lesními společenstvy. K obratu opět dochází po skončení těchto válek s růstem zemědělství a těžbou dřeva.

Pravděpodobně již počátkem 18. století došlo k umělému rozšíření smrku, který je v Posázaví sice původní, ale jen lokálně. V průběhu 19. století byly v lesích vysazovány jehličnaté monokultury. Koncem 20. století se začínají opět vysazovat lesy přirozeného druhového složení.

Druhové složení vegetace je také ovlivněno introdukcí cizích expanzivních dřevin a bylin. Z nejznámějších můžeme zmínit trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altista*), borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), rod křídlatka (*Reynoutria*) aj.

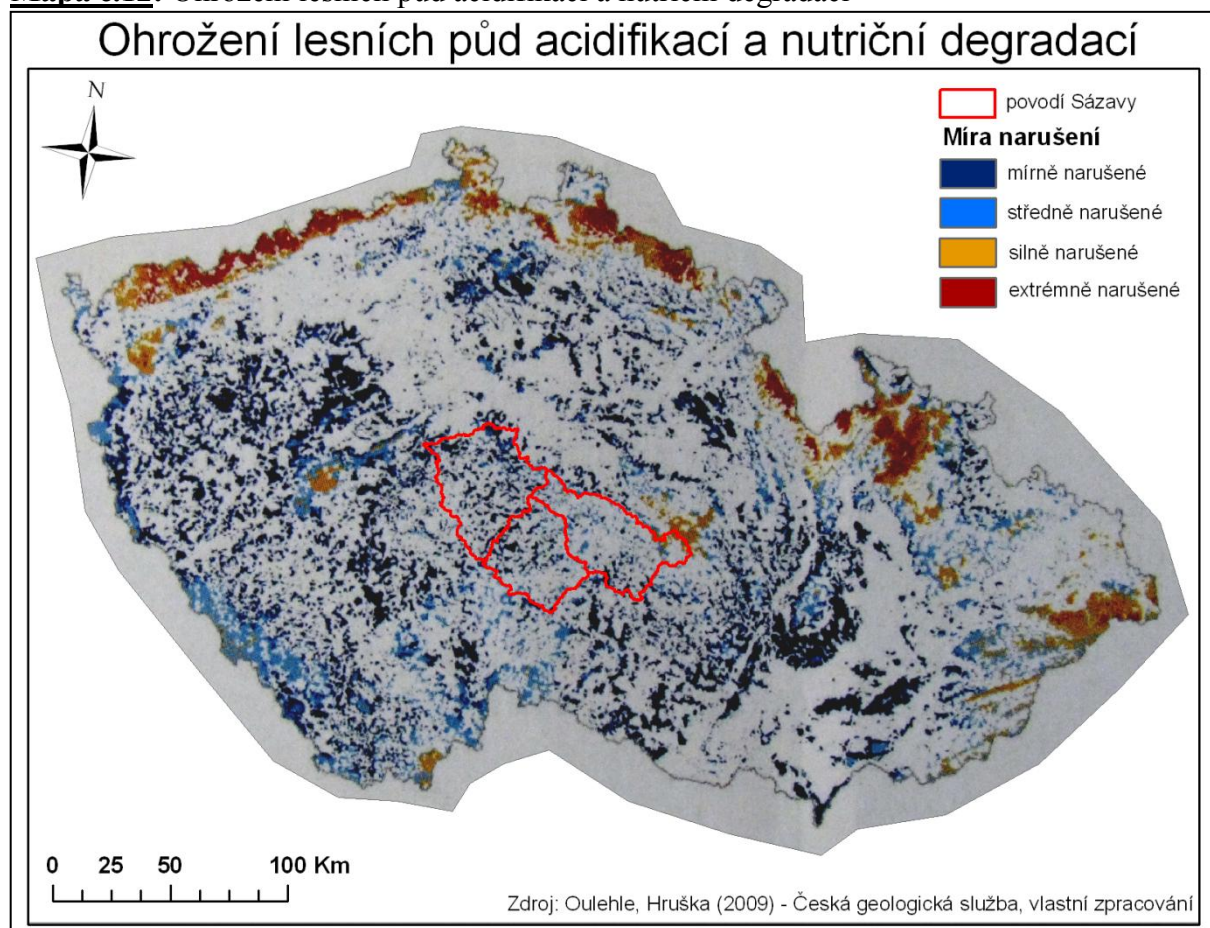
Jako další faktory zmiňuje CHUMAN (2002) změnu vegetace způsobené vlivem atmosférického znečištění, což vede k chemické změně srážek a k expanzi nitrofilních druhů

jako jsou např. kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), svízel přítula (*Galium aparine*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), bez (*Sambucus*), ostružník křovitý (*Rubus fruticosus*).

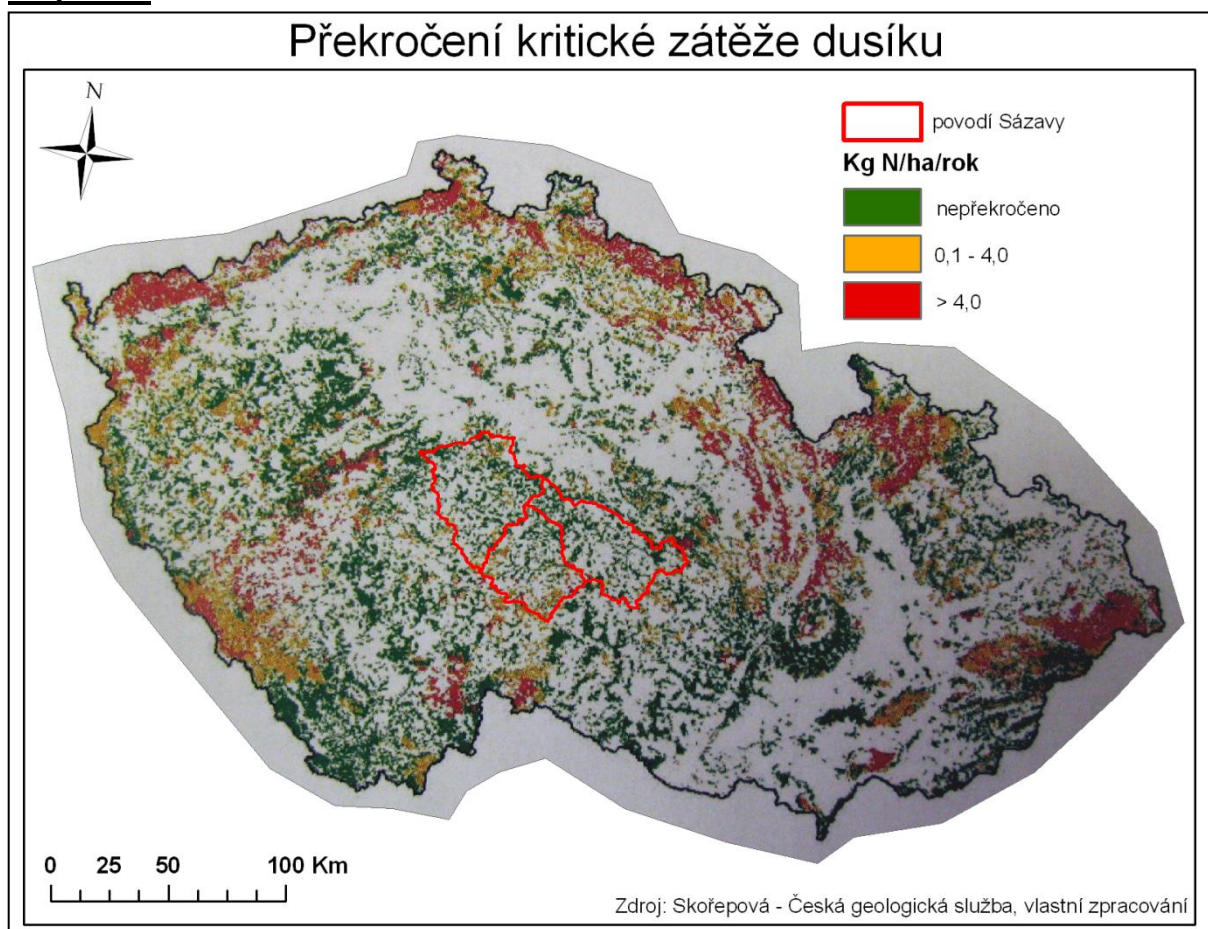
Naopak kyselostí srážek, způsobené emisemi dusíku a síry, docházelo zejména v horských a podhorských oblastech před rokem 1989 v důsledku jejich depozice k zvýšenému poškození zdravotního stavu vegetace a k okyselování půdního prostředí. Po roce 1990 se imisní situace natolik zlepšila, že již nedocházelo k tak masivnímu poškození. Avšak např. HRUŠKA *et. al* (2009) uvádí stálý negativní vliv bývalé depozice, která přetrvává v půdním prostředí dodnes. Díky těmto vlivům se na mnohých místech rozšířily druhy zejména acidofilní a v důsledku zvýšené defoliace i druhy světlomilnější.

Modelováním acidifikačních procesů a zátěží dusíku na našem území se věnuje převážně Česká geologická služba. Stav ve zkoumaném území ukazují mapy č.12 a č.13.

Mapa č.12: Ohrožení lesních půd acidifikací a nutriční degradací



Mapa č.13: Překročení kritické zátěže dusíku



Jako poslední významný faktor uvádí CHUMAN (2002) rozvoj rekreačních areálů a s tím spojenou expanzi různorodé vegetaci, rozšiřující se z přilehlých skalek a zahrádek, které nadále přechází do stavu zplanění.

3.7 Půdní poměry

Půdy představují složitý útvar, na jehož vzniku se podílí jak geologický podklad a reliéf, tak podnebí i sama živá příroda, především vegetace, takže jde o příklad zpětné vazby mezi činiteli neživé a živé přírody.

Významným mapovým dílem zpracovaným jak pro zemědělské, tak lesní půdy a vlastně i jediným mapovým dílem, které využívá kartografické podklady vytvořené na základě rozsáhlých a komplexních terénních šetření, v tomto případě Komplexního průzkumu zemědělských půd a lesotypologického mapování v úzké vazbě na geologické substráty, jsou „Půdní mapy ČR 1:50 000“, které byly původně sestavovány jako součást „Souboru map geofaktorů životního prostředí“ Českou geologickou službou (dříve Českým geologickým ústavem) (HAUPTMAN *et al.* 2009).

Bohužel se v rámci tohoto rozsáhlého projektu nepodařilo dokončit soubor půdních map pro celé území České republiky. Z celkového počtu 211 mapových listů bylo sestaveno a natištěno 104 listů. V názvosloví půdních mapovacích jednotek byl použit klasifikační systém, jenž odpovídal dané etapě formování nového klasifikačního systému našich půd (HAUPTMAN *et al.* 2009). Projekt probíhal v letech 1988 – 1997. Většinu těchto listů lze zakoupit prostřednictvím České geologické služby na odkazu –

<http://www.geology.cz/extranet/sluzby/vydavatelstvi/mapy/mapy50>.

Zbývajících 107 listů edice půdní půdních map ČR bylo dokončeno v rámci projektu řešeného Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK) v letech 2002-2004. Zde se uplatnily změny po technické stránce i v půdní taxonomii a klasifikaci. Těchto 107 map bylo zpracováno ve formě digitální vektorové vrstvy.

Pokud však nebude dodatečně aktualizována a digitalizována původní řada map a propojena s digitální vektorovou vrstvou, jež je výstupem projektu AOPK ČR, nelze toto mapové dílo pokládat za kompletní (HAUPTMAN *et al.* 2009).

V současnosti je zdigitalizováno 134 listů, které jsou dostupné online ve formátu .pdf na <http://www.nature.cz/monitoring-pud/ctihtmlpage.php?what=1504>.

V nově sestavovaných půdních mapách 1:50 000 je používán Taxonomický klasifikační systém půd ČR (NĚMEČEK *et al.* 2001) doplněný o některé půdní jednotky, především na úrovni variet a forem lesních půd VOKOUNEM *et al.* (2002). Na základě takto upravené půdní klasifikace, která se zabývá i vazbou půdních jednotek na lesní společenstva utříděná do souboru lesních typů podle typologického systému ÚHÚL, byla zpracována především nomenklatura půdních jednotek v kartografických podkladech pro lesní půdy.

S ohledem na zachování vzájemné kontinuity rozpracované edice půdních map s její navazující částí a kompletací celého díla, spolupracoval řešitel projektu AOPK ČR zejména v počátečních etapách řešení s redaktorem řady půdních map. Tyto mapy jsou zpracovány v rámci dřívějšího projektu Českého geologického ústavu, RNDr. Milanem Tomáškem, CSc. Navázána byla rovněž spolupráce s dalšími dvěma organizacemi řešícími, popř. účastníci se řešení původní řady půdních map v rámci Souboru map geofaktorů životního prostředí - s Českou geologickou službou a Ústavem pro hospodářskou úpravu lesa. Vklad Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd jako nositele dat o typologických jednotkách zemědělských půd byl sice využit většinou zprostředkovaně v rámci mapových podkladů připravených pro redakci původní řady půdních map 1:50 000, na mapových výstupech projektu mu však samozřejmě náleží v rámci zdrojových podkladů přinejmenším stejný podíl jako ostatním uvedeným institucím (Oddělení monitoringu půdy, pracoviště Brno AOPK ČR).

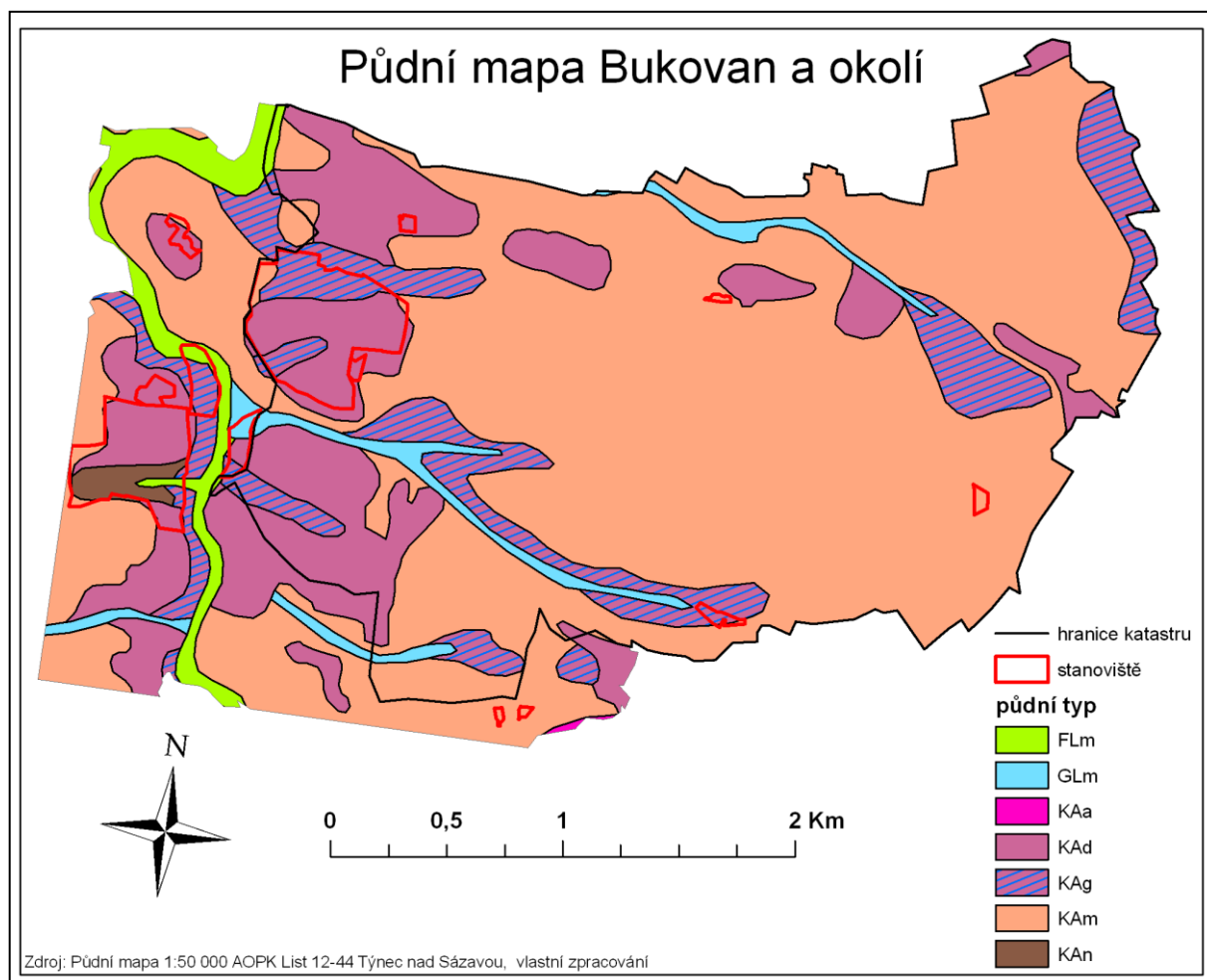
Pro porovnání tematického obsahu výše uvedených map 1:50 000 AOPK ČR a České geologické služby vhodně slouží Taxonomický klasifikační systém půd ČR (NĚMEČEK *et al.* 2001), kde jsou uvedeny příklady starých klasifikací a její nové nahrazení. Toto nám velmi dobře pomůže při následující interpretaci změn na námi zvolených územích.

Na území Bukovan a okolí (viz mapa č.14) se nachází fluvizemní půdy v okolí vodních toků typické stratigrafií profilu, tvořené ukládanými náplavovými sedimenty. Dále se v území se zvýšenou hladinou spodní vody nacházejí gleje, dle geologické mapy to jsou území s deluviofluviálními a fluviálními kamenitohlinitými až písčitohlinitými sedimenty s příměsí valounů.

V celém území převažuje půdní typ kambizemě (hnědé půdy), půdy s kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem Bv. Jak uvádí TOMÁŠEK (2003), mají kambizemě různě pestré formy matečného substrátu (žuly, ruly, svory, fylity, čediče, pískovce, břidlice a dalších). Jsou to nejrozšířenější půdy našeho území, které mají širokou škálu výskytu na území charakteristickém srážkami 500-900 mm a průměrnou roční teplotou 4 až 9 °C. Jsou vázány většinou na členitý reliéf. Hlavním půdotvorným pochodem je intenzivní vnitropůdní zvětřování. Kambizemě se vyskytují na rozsáhlém území ve značně rozdílných klimatických podmínkách i na rozdílných půdotvorných substrátech, což se odráží v jejich vlastnostech. HAUPTMAN *et al.* (2009) uvádí cca 55% podíl kambizemí na našem území. Původní vegetaci kambizemí jak uvádí TOMÁŠEK (2003) byly listnaté lesy, dubohabrové až horské bučiny. HAUPTMAN *et al.* (2009) uvádí původní společenstva listnatých a smíšených lesů tvořená především dubem a bukem.

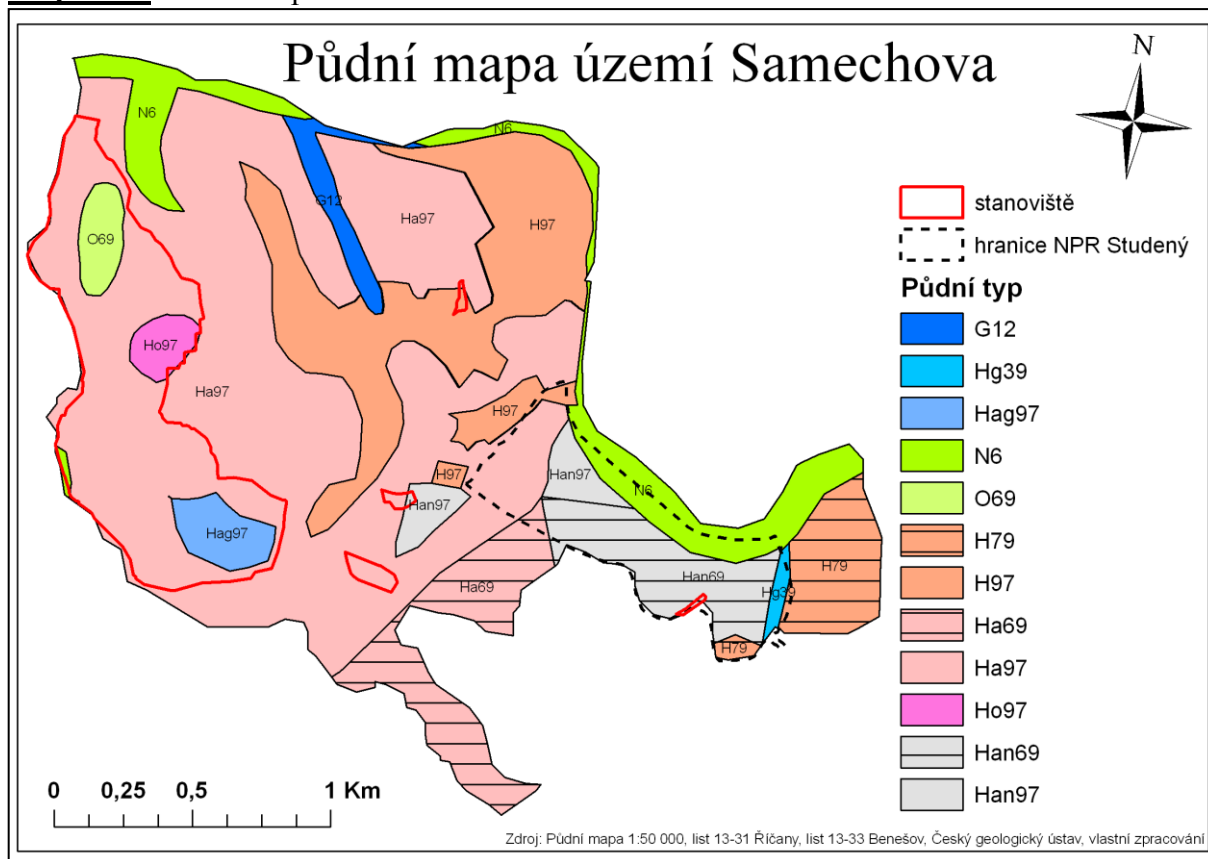
Na území Bukovan a okolí se nachází půdní subtypy kambizem oglejená na deluviálních, převážně kamenitohlinitých až písčitohlinitých sedimentech, dále je zde ve velmi malé míře zastoupen subtyp kambizemě melanické. Nejvíce jsou zastupeny subtypy kambizemě modální a dystrické. Živinově chudý subtyp dystrický, který se v území nachází převážně jen na lesní půdě, je charakteristický extrémně nenasyceným sorpčním komplexem (< 30%) a oproti tomu vysokou nasyceností hliníkem (> 30%) (NĚMEČEK *et al.* 2001). Kambizem modální je charakterická středními a lehkými středními substráty, vyskytuje se převážně na zemědělské půdě. V oblasti Samechova se nachází tytéž půdní subtypy (viz mapa č.15) jako v předcházející oblasti, dříve označované jako hnědé půdy (kambizem) a hnědé půdy kyselé (kambizem dystrická).

Mapa č.14: Půdní mapa Bukovan a okolí



Vysvětlivky k legendě: Flm – fluvizem modální, Glm – glej modální, KAa – kambizem mesobazická, KAd – kambizem dystická, KAg – kambizem oglejená, KAm – kambizem modální, KAn – kambizem melanická

Mapa č.15: Půdní mapa území Samechova

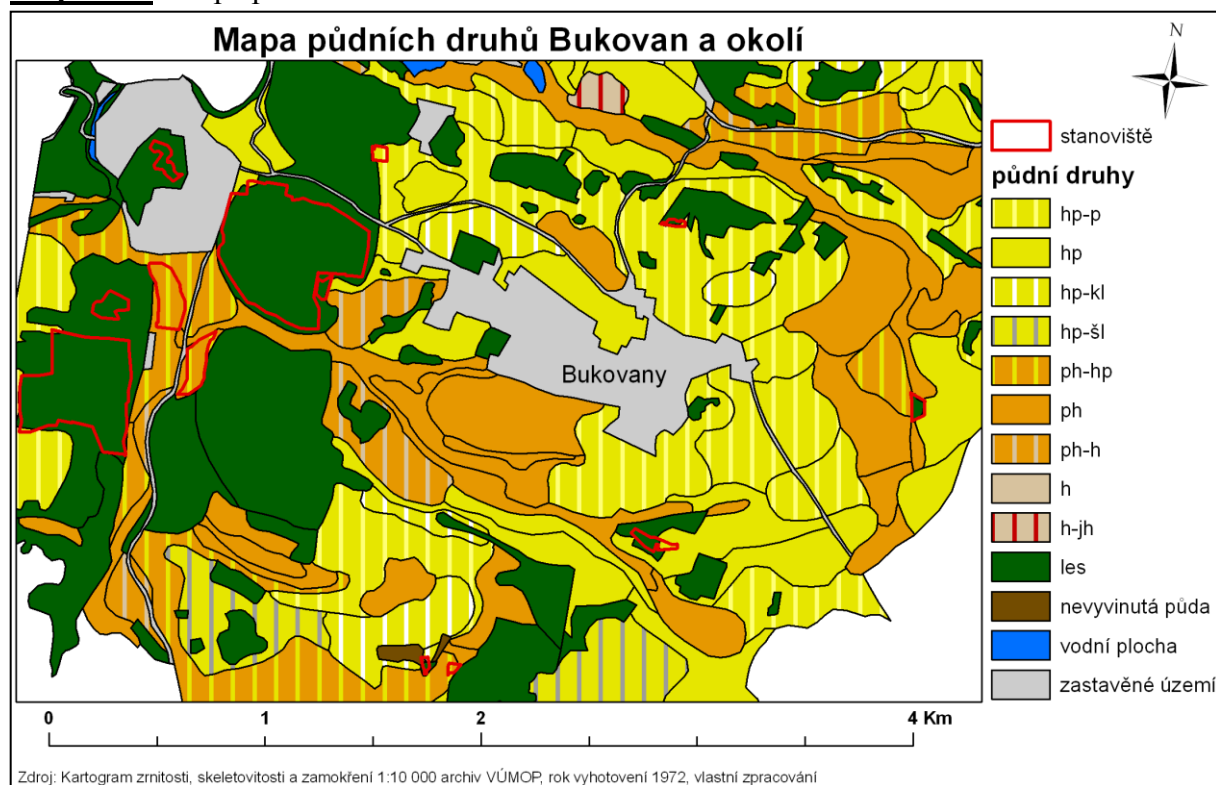


Vysvětlivky k legendě: G12 – glej (na deluviálních nekarbonátových sedimentech), Hg39 – hnědá půda oglejená (na polygenetických hlínách kyselých), Hag97 – hnědá půda kyselá oglejená (na zvětralinách křemitých sedimentů), N6 – nivní půda (na nivních sedimentech), O69 – pseudoglej (na zvětralinách kyselých intruziv), H79 – hnědá půda (na zvětralinách svorů), H97 – hnědá půda (na zvětralinách křemitých sedimentů), Ha 69 – hnědá půda kyselá (na zvětralinách kyselých intruziv), Ha97 – hnědá půda kyselá (na zvětralinách křemitých sedimentů), Ho97 – hnědá půda silně kyselá (na zvětralinách křemitých sedimentů), Han69 – hnědá půda kyselá nevyvinutá (na zvětralinách kyselých intruziv), Han97 – hnědá půda kyselá nevyvinutá (na zvětralinách křemitých sedimentů)

Svažité území 12 - 15° se uvádí jako kritický sklon pro vývoj půdního profilu. Zde se vyskytují rankerové kambizemě, se vzrůstajícím sklonem předpokládáme výskyt rankerů a nevyvinutých půd.

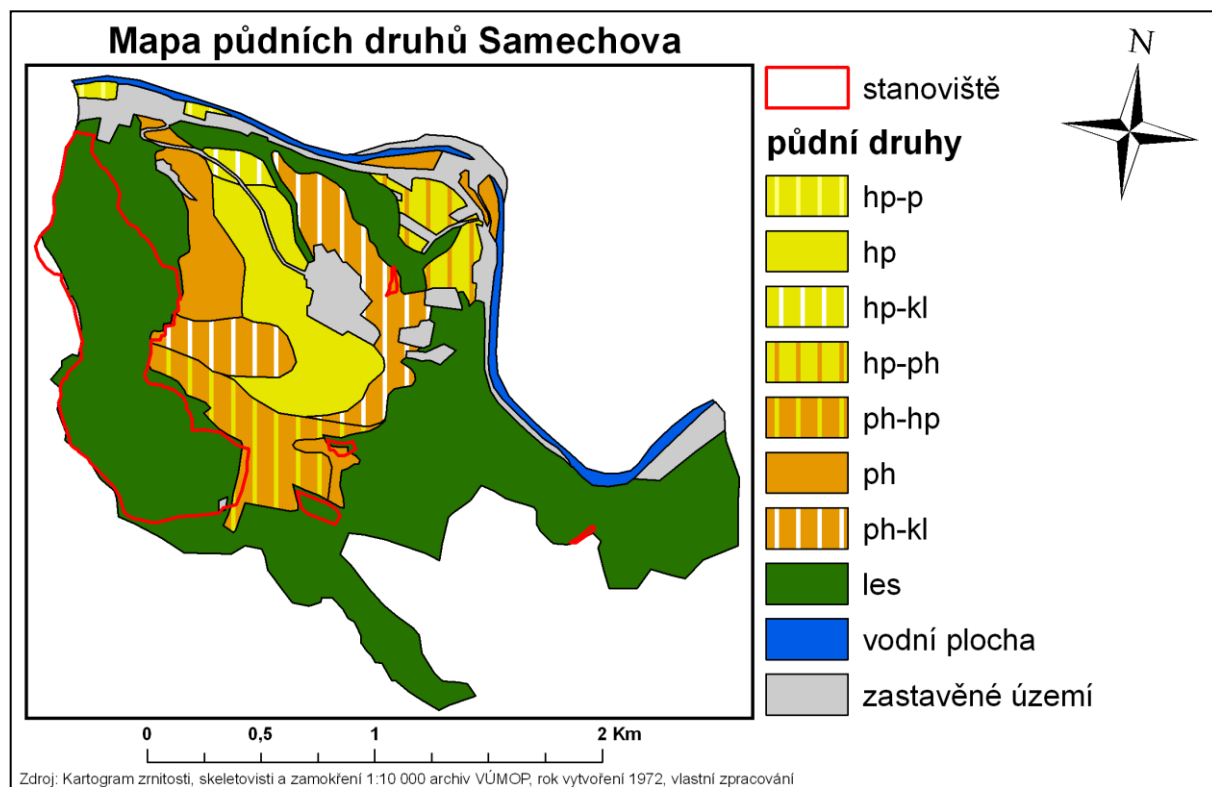
Z půdních druhů (viz mapa č.16 a č.17) převažují na uvedených územích půdy hlinito-písčité až písčito-hlinité. Uvedené mapy však tvoří půdní druhy pouze na zemědělské půdě. Míra, intenzita orby a eroze může významně měnit typ půdního druhu na uvedených lokalitách.

Mapa č.16: Mapa půdních druhů Bukovan a okolí



Vysvětlivky k legendě: hp – hlinitopísčítá, ph – písčito-hlinitá, h – hlinitá, změna zrnitosti v profilu do 60 cm: hp-p – ornice hlinito-písčítá, podorničí písčité ; hp-kl – ornice hlinito-písčítá, podorničí pevná hornina (lehká) ; hp-šl – ornice hlinito-písčítá, podorničí silně štěrkovité, s lehkou jemnozemi ; ph-hp – ornice písčito-hlinitá, podorničí hlinito-písčítá ; ph-h – ornice písčito-hlinitá, podorničí – hlinitá ; h-jh – ornice hlinitá, podorničí jílovito-hlinitá

Mapa č.17: Mapa půdních druhů Samechova



Vysvětlivky k legendě: hp – hlinitopísčité, ph – písčito-hlinité, změna zrnitosti v profilu do 60 cm: hp-p – ornice hlinito-písčité, podorničí písčité ; hp-kl – ornice hlinito-písčité, podorničí pevná hornina (lehká) ; hp-ph – ornice hlinito-písčité, podorničí písčito-hlinité; ph-hp – ornice písčito-hlinité, podorničí hlinito-písčité; ph-kl – ornice písčito-hlinité, podorničí pevná hornina (lehká)

4. Materiál a metody

V práci je použit následující materiál a metody:

4.1 Statistická data

Pro analýzu podílu kategorií orná půda, les, trvale travní porosty a ostatní plochy za Českou republiku v období 1993 – 2009 jsou použita statistická data z ročenek půdního fondu České republiky.

Přestože se toto období netýká přímo cílů práce, je zde zmíněno pro aktuální ukázkou vývoje sledujícího nejbližší minulost, v tomto případě 16 let.

Pro analýzu statistických dat našich zájmových katastrálních území a dolního povodí Sázavy byla použita data z databáze LUCC a také data z Gemeindelexikon, ze kterých byly v programu Excel 2007 vypočítány indexy změny a podíly jednotlivých kategorií a vytvořeny grafy a mapy.

4.2 Materiál a metody použité v zájmových katastrálních územích

4.2.1 Mapová data za katastrální území Bukovany a Samechov

Jako zájmová území byla vybrána katastrální území Bukovany a katastrální území Samechov nacházející se v dolním povodí Sázavy ve vzájemné vzdálenosti přibližně 20 km.

Jako materiál pro stanovení podílu jednotlivých kategorií využití území byly vybrány mapy Císařských otisků stabilního katastru z let 1845 a aktuální katastrální mapa z roku 2009 ze stránek ČÚZK vycházející z měřítek 1:2 880 pro obě zvolená území. Mapy byly nejdříve v programu ArcGis 9.2 digitalizovány. Mapy Císařských otisků stabilního katastru musely být před digitalizací georeferencovány. Odchylka georeference byla do 10 m.

Pro obě sledovaná území byla použita zvektorizovaná mapa jejich historického a současného využití území (Land use) s přiřazenými atributy Land use kategorie (viz. mapa č.3 a mapa č.4) a dále data z databáze LUCC, z níž byla data za rok 1845 upravena podle vlastních vypočtených údajů.

Výpočty plochy jednotlivých kategorií využití území byly provedeny pomocí funkce Select by attributes a následně pomocí Selection Statistics v záložce Selection programu ArcGis 9.2.

Výpočty podílu jednotlivých kategorií využití území byly spočteny v programu Excel 2007, kde byly vytvořeny také všechny grafy.

Jelikož historická mapa měla jinou kategorizaci využití ploch a v katastrální mapě ČÚZK jsou pastviny a louky sloučeny do kategorie trvale travních porostů (TTP), byly pro

homogenizaci atributů kategorií zvoleny kategorie orná půda (Op), trvalé kultury (TK), trvalé travní porosty (TTP), les, vodní plocha, zastavěná plocha, ostatní plocha, neplodná půda (myšlena i jako ležící ladem) a komunikace.

4.2.2 Materiál a metody použité pro určení stanovišť kategorie změny pole - les

Naše práce se zabývá plochami, které byly dříve ornou půdou a nyní jsou využívány jako les nebo se na nich les vyskytuje, což znamená, že některé z těchto ploch nemusí být v katastru jako lesní plocha uváděny.

V počátku práce byla vybrána 1/4 stanovišť, navržených vedoucím práce RNDr. Ludškem Šefrnou v oblasti Bukovan a Týnce nad Sázavou, jehož okolí vedoucí práce podrobně zná.

Později byla práce rozšířena o další stanoviště a přidán katastr Samechov.

Pomocí gisové analýzy Overlay v programu ArcGis 9.2 byly vzniklé mapy ze Stablního katastru z roku 1845 a aktuálního katastru z roku 2009 překryty. Tato analýza nám umožnila identifikovat plochy tzv. stabilní (př. pole-pole, les-les, apod.), které s velkou pravděpodobností neprošly za posledních 160 let (1843-2009) změnou využití území, zejména plochy les-les. Dále nám analýza umožnila určit místa změn, kdy v rámci let 1845 a 2009 zaznamenáváme odlišnou kategorii ve využití území. Plochy změn byly dále rozděleny do kategorií změn (př. pole – les, les-pole, atd.).

Z uvedených překryvů map byl vypočítán jednotlivý podíl kategorie změn na celkové ploše změny, která byla spočtena jako podíl sumy součtu všech změněných ploch a celkové výměry katastrálního území (nebo také z podílu součtu všech stabilních ploch ku celkové výměře katastrálního území, z čehož se dozvíme podíl stabilních ploch v území, rozdílem od 100% dostaneme % podíl změněných ploch). Výpočet plochy kategorií změn, stabilních ploch tak i výpočet jednotlivých kategorií využití území byly provedeny pomocí funkce Select by attributes a následně pomocí Selection Statistics v záložce Selection programu ArcGis 9.2.

4.2.3 Materiál a metody použité pro určení stáří ploch

Terénní průzkum byl proveden na 18 zvolených stanovištích v oblasti Bukovan a okolí a Samechova. Současný stav zobrazují ortofota z roku 2007 a pořízené fotografie. Lokality byly vybrány podle různé doby stáří, kdy byly převedeny z orné půdy na lesní plochu. Pro stanovení stáří bylo využito Müllerovy mapy Čech, přestože se jedná o největší měřítko a prostorová přesnost je od ostatních map největší. Mapy I. vojenského mapování již vyhovují více jak podrobností, tak polohovou odchylkou I. Od II. a III. vojenského mapování je

zajištěna polohová přesnost od 8-30 m. Ze zdrojů po 1. světové válce bylo využito reambulovaných map III. vojenského mapování, dále různých období map katastrálních 1:2 800, státní mapy odvozené (SMO) 1:5 000, topografické mapy (TM) 10: 000 a základní mapy (ZM) 10: 000.

Pro slepení map v příloze č. byl použit free programu pro úpravu obrazu GIMP 2, který stejně tak jako program ArcGis využívá vrstev (layers), které lze přes sebe překrývat.

4.3 Půdní data

4.3.1 Odběr a analýza půdních znaků v terénu

Na těchto stanovištích bylo analyzováno dohromady 43 půdních sond (viz. mapa č.) hlubokých 35-40 cm. U každého stanoviště byly provedeny kromě 2 stanovišť minimálně 2 sondy. Dále bylo provedeno 7 srovnávacích sond na orné půdě v těsné blízkosti zmíněných stanovišť taktéž hlubokých 35-40 cm.

U půdních sond byly šetřeny a odebírány hloubky 3-5 cm jako lesní humusové horizonty Ah, 12-15 cm jako horizonty bývalého orničního horizontu Ap nebo B, které v minulosti prošli kultivací. Poslední hloubka byla zvolena v rozmezí 35-40 cm jako hloubka, kde neproběhla kultivace. Tyto hloubky jsou u těchto stanovišť používána u identifikace barvy a ostatních charakteristik, dále i při odběru vzorků na půdní laboratorní analýzu.

Odběr pro půdní vzorky byl proveden s maximální pečlivostí, aby nedošlo ke kontaminaci vzorku. U sond byla dále určována barva za zvlhčení z hloubek 3-5 cm, 12-15 cm a 35-40 cm a hodnocena dle barevného vzorníku Munsell charts.

U lokalit (celkově 3) se stářím 6-15 let je hloubka 3-5 cm nahrazena hloubkou 1-3 cm, jelikož v předchozí hloubce u těchto stanovišť není ještě zcela v takové mocnosti vyvinut lesní humusový horizont Ah. Horizont Ah je organominerální horizont a je odebírán pod horizonty F nebo H, které tvoří nadložní humus.

V uvedených hloubkách byla hodnocena půdní textura. Půdní textura byla v terénu určována pomocí tzv. prstové zkoušky. Dále byla zkoumána hloubka půdy, mocnost humusového horizontu, sklon a expozice. Jako pomocné podklady v terénu sloužily příručky VALLA *et al.* (1980), TOMÁŠEK (2003). Vegetační poměry byly hodnoceny s pomocí příručky HECKER (2005) a LIPPERT, PODLECH (2005). Jako mapové podklady v terénu sloužili mapy ČÚZK ZM 1:10 000 a SMO 1:5 000.

4.3.2 Laboratorní analýzy

Do laboratoře bylo dopraveno všech 147 vzorků, které byly sušeny za pokojové teploty přibližně 1 měsíc. Poté byly rozemlety v třecí misce a prosety na jemnozem ($< 2\text{mm}$) sítem o velikosti ok 2mm . Vzorky byly použity pro analýzu aktivního (H_2O) a výměnného pH (KCl) a dále k analýze podílu organické hmoty pomocí metody LOI (Loss-on-ignition). U každého vzorku byla provedena homogenizace, tzn. zamíchání vzorku v misce a poté odběr z různých míst na misce. Zamíchání vzorku probíhalo vícekrát, zejména u analýzy LOI. Postupy k analýzám byly převzaty z publikace SUCHARA (2007).

Obr. č.19: Snímky z přípravy půdních vzorků před analýzami

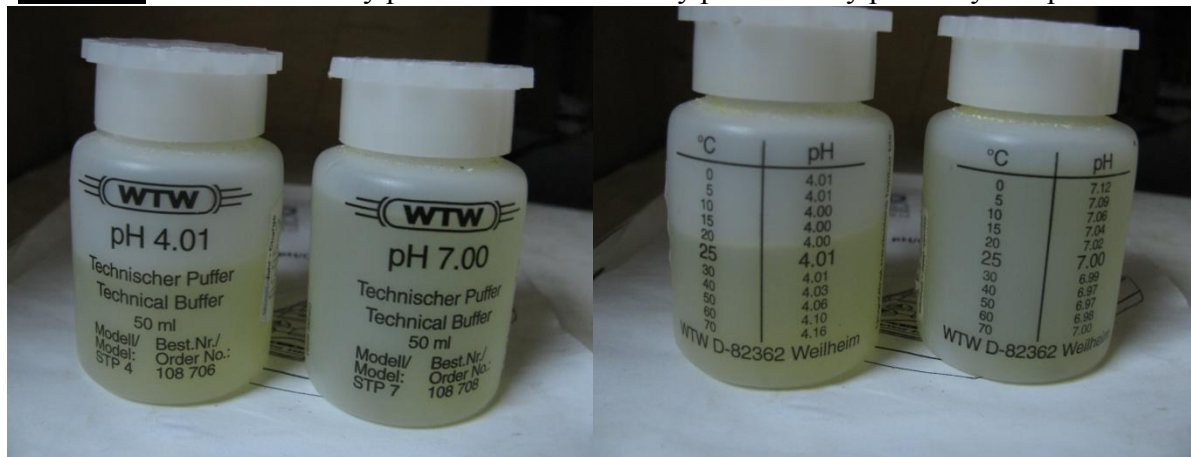


4.3.2.1 Analýza pH aktivní (H_2O)

Na vahách (Kern K8) s váživostí na $0,01\text{ g}$ bylo naváženo do vytárované plastové lahvičky 10 g jemnozemě homogenního vzorku. Toto bylo provedeno pro všech 147 vzorků. Dále bylo dávkovačem přidáno do každé plastové lahvičky 50 ml deionizované vody. Tato směs byla třepána v třepačce po 30 minut rychlostí 250 třepů/1 min . Poté po skončení třepání byly vzorky ponechány 10 minut v klidu.

Měření probíhalo pomocí skleněné kombinované elektrody (SenTix 41 od společnosti inoLab), která byla pufracími roztoky zkalibrována. Reakce půdy byla měřena v suspenzi roztoku a naměřené hodnoty byly zapisovány po 90 vteřinách. Před každým měřením dalšího vzorku byla elektroda omyta deionizovanou vodou a osušena buničinou, aby nedošlo ke kontaminaci předchozím vzorkem a případnému ovlivnění měřeného pH.

Obr. č.20: Pufrací roztoky pro elektrodu a hodnoty pH elektrody při různých teplotách



4.3.2.2 Analýza pH výměnné (KCl)

Na vahách bylo naváženo do vytárované plastové lahvičky 10 g jemnozeme homogenního vzorku. Toto bylo provedeno pro všech 147 vzorků. Dále bylo dávkovačem přidáno do každé plastové lahvičky 50 ml 0,1 Mol KCl. Roztok 0,1 Mol KCl byl připraven? Tato směs byla třepána v třepačce po dobu 30 minut rychlostí 250 třepů/1 min. Poté po skončení třepání byly vzorky ponechány 10 minut v klidu.

Měření probíhalo pomocí skleněné kombinované elektrody (SenTix 41 od společnosti inoLab), která byla pufracími roztoky zkalibrována. Reakce půdy byla měřena v suspenzi roztoku a naměřené hodnoty byly zapisovány po 90 vteřinách. Před každým měřením dalšího vzorku byla elektroda omyta deionizovanou vodou a osušena buničinou, aby nedošlo ke kontaminaci předchozím vzorkem a případnému ovlivnění měřeného pH.

Roztok 0,1 Mol KCl byl připraven rozpuštěním 7,455 g KCl v 1000 ml deionizované vody.

Obr. č.21: Snímky z provádění pH měření



Obr. č.22: Suspenze půdního roztoku po třepání, využita při pH měření



4.3.2.3 Stanovení organického podílu metodou LOI (Loss-on-Ignition)

Nejjednodušší způsob zjištění organického podílu (organická hmota, SOM=Soil Organic Matter) je jeho spálení a zjištění úbytku hmotnosti vzorku žiháním (LOI, Loss-on-Ignition). Tato metoda se nazývá spalování suchou cestou (SUCHARA 2007).

Postup metody dle SUCHARA (2007) byl mírně modifikován a to tak, že nebyly použity proseté vzorky < 4mm, nýbrž jemnozlem (< 2mm). Vypalování prázdných kelímků bylo prováděno při teplotě 150 °C po dobu 1 hodiny, poté byly kelímky ponechány 1 hodinu v exikátoru. Po každém „pálení“ nebo sušení bylo 5 kelímků se vzorky vyndáno, dáno na 30 minut do exikátoru (u sušení pouze na 15 minut) a poté zváženo a opět dáno na 30 minut na „pálení“ nebo sušení. Poté byly všechny kelímky se vzorky vyndány, 1 hodinu ponechány v exikátoru a poté zváženy.

Spalování při 500 °C dle SUCHARA (2007) by mělo probíhat do té doby, dokud nebyla dosažena konstantní hmotnost. Autor uvádí, že v jiném případě by mohlo dojít k neúplnému spálení vzorku. Týká se to především bohatších půd, rašelinišť apod. Po konzultaci s autorem této metodiky jsme usoudili, že při neprovedení dalšího spalování našich uvedených vzorků kambizemě dystrické by nemělo dojít k významnější chybě měření.

SUCHARA (2007) dále uvádí velmi důležitou poznámku k určení podílu uhličitánů ve vzorku u bohatších půd. Tento podíl by se určil ze vzorce po žihání popelu po dobu cca 4 hodiny při 850 °C. Autor dále uvádí, že u vzorků, které neobsahují uhličitany, se hmotnost vzorku po spálení organického podílu dalším žiháním nezmění nebo se nepatrně zvýší (vznik těžkých oxidů přítomných kovů).

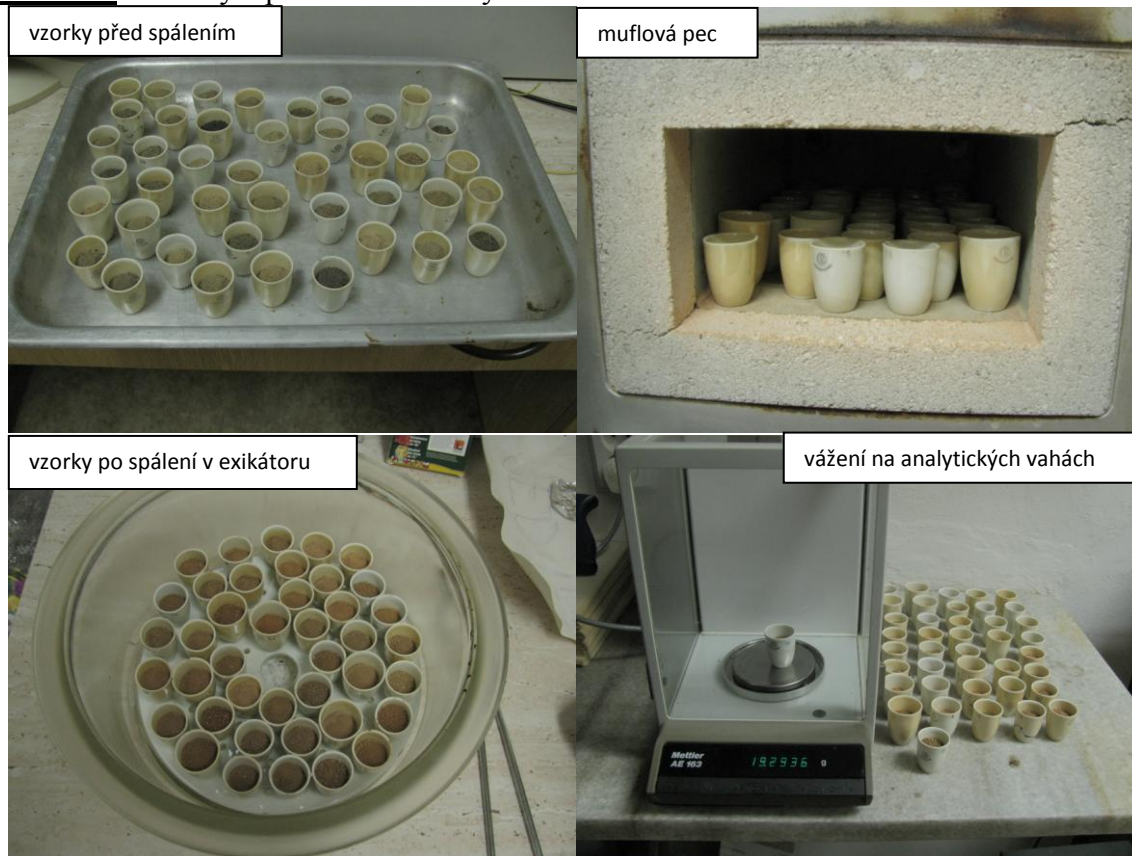
Před spalováním byly vzorky jemnozeme (< 2mm) vysušeny v sušárně při 85 °C do konstantní hmotnosti, aby se ochladily a odstranila zbytková voda a následně vytemperovány v exsikátoru. Označené porcelánové kelímky byly vysušeny v muflové peci do konstantní hmotnosti, vytemperovány a zváženy (**Gt**) na analytických vahách (Mettler AE163) s přesností na 0,0001 g. Poté byly z větší poloviny naplněny homogenizovaným vzorkem a dány do sušárny při 85 °C do druhého dne, následně vytemperovány v exikátoru a zváženy (**Gs**). Při plnění kelímků a homogenizaci vzorků se dbalo na to, aby ve vzorku nebyly úlomky či zbytky organických částí (zbytky kořínků, jehlic apod.), které se sem i přes prosetí 2 mm sítím dostaly. Tyto úlomky, či zbytky byly odstraněny pinzetou.

Kelímky se vzorky byly narovnány do muflové pece a spáleny ve 2 krocích při 150 °C hodinu a poté 500 °C 5 hodin do konstantní hmotnosti (**Gp**). Popel v kelímcích dosahoval červené nebo bílošedé barvy, nikoli černé nebo šedé, což by naznačovalo neúplné spálení. Obsah podílu organiky jsme určili dle vzorce:

$$\text{SP (spalitelný podíl)} = (\text{Gs}-\text{Gp})/(\text{Gs}-\text{Gt}) \cdot 100 (\%)$$

SUCHARA (2007) uvádí, že pokud bychom chtěli spalováním na suché cestě určit ve vzorku obsah uhlíku, museli bychom určit obsah uvolněného CO₂ v kouřových plynech (např. IČ spektrometry nebo absorpcí hydroxidem vápenatým či barnatým). Přímou obsah spalitelného uhlíku v pevném vzorku půd nebo rostlin měří např. CNS analyzátoři např. LECO.

Obr. č.23: Snímky z provádění metody LOI



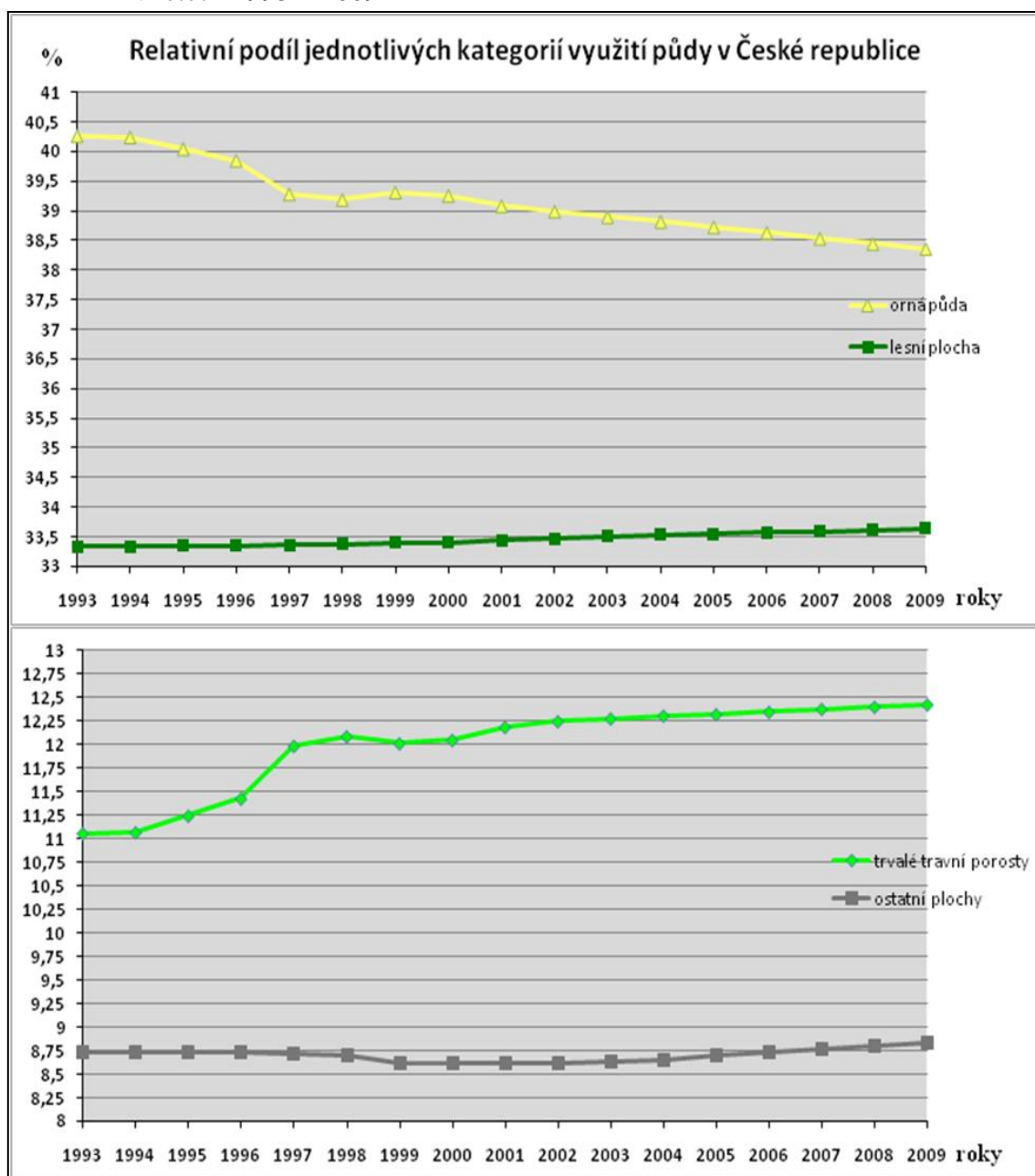
5. Výsledky

5.1. Vývoj Land use v letech 1993 – 2009 v České republice

V této části kapitoly zmiňujeme pro přehled vývoj Land use v posledních 16 let a chceme tím také poukázat na stálou aktuálnost problematiky Land use na našem území.

Již z minulosti pokračuje velký pokles výměry orné půdy. V níže uvedeném grafu č.7 je patrný stálý pokles celkové výměry ploch orné půdy (Op), která za 16 let poklesla téměř o 2 procentní body ze svého podílu z 40,26 % na 38,36 %, což odpovídá asi 160 000 ha (viz graf č.8) (1 600 km²).

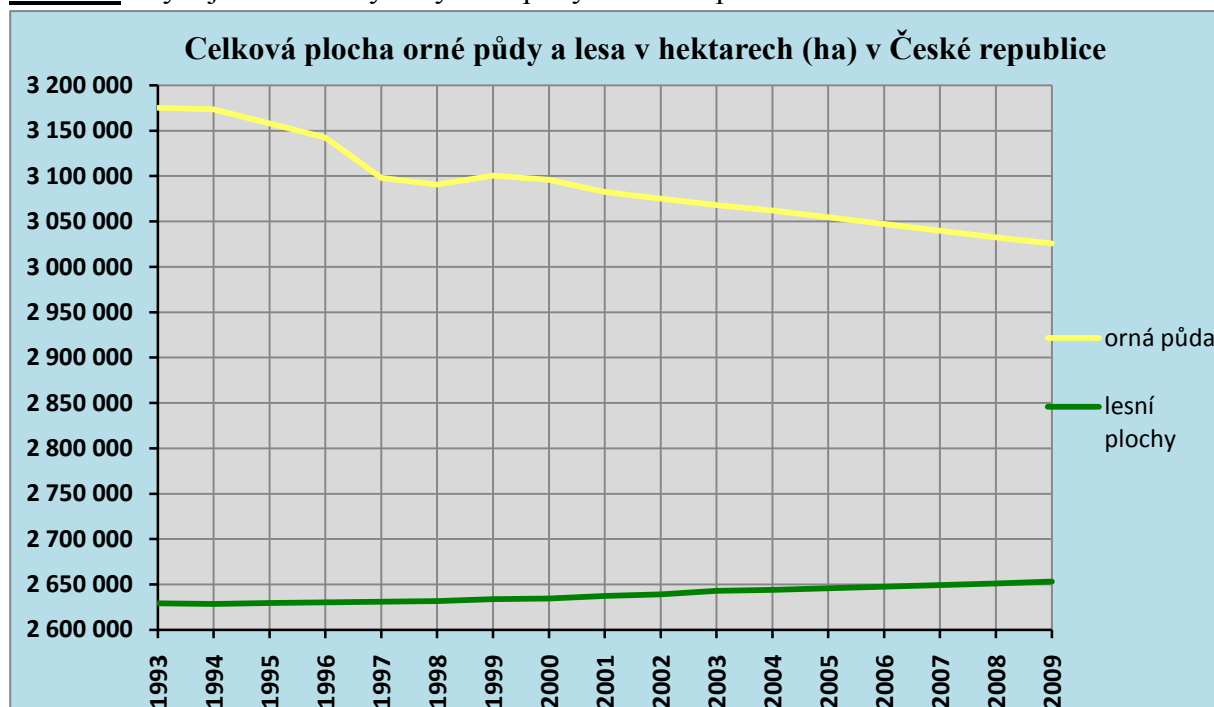
Graf č.7: Relativní zastoupení podílů kategorií využití půdy Op, Lp, TTP a ostatní plochy v letech 1993 – 2009



Zdroj: ČÚZK - Statistická ročenka půdního fondu České republiky 1994-2009, vlastní výpočty

Nárůst lesních ploch (Lp) představuje za toto období 0,3% jejich podílu na celkové ploše státu, což odpovídá přibližně 24 000 ha (240 km²). Les se podílí 33,64 % na celkové výměře. Velmi významný nárůst (viz. graf č.1) zaznamenaly trvalé travní porosty (TTP), jejichž podíl na celkové ploše vzrostl téměř o 1,4 procentního bodu z 11,06 % na 12,42 %, což představuje nárůst asi o 110 000 ha (1 100 km²).

Graf č.8: Vývoj absolutní výměry orné půdy a lesních ploch v ha v letech 1993 – 2009



Zdroj: ČÚZK - Statistická ročenka půdního fondu České republiky 1994-2009, vlastní výpočty

Čtvrtý největší podíl (viz graf č.7) z celkové výměry státu zahrnuje kategorie ostatní plochy, na které připadá 8,82%. Během 16 let došlo k nárůstu přibližně o 0,1 procentního bodu této kategorie na celkové výměře. To odpovídá zhruba 7 800 ha (78 km²).

Kategorie „ostatních ploch“ je kategorie území, která je velmi heterogenní a obsahuje soubor ploch silně antropogenně ovlivněných, polopřírodních i přírodních.

Z antropogenních to jsou např. manipulační a dopravní plochy, pozemní komunikace, doly, skládky, a další. Z polopřírodních do této kategorie řadíme např. hřbitovy, sportovní a rekreační areály, parky, neplodnou půdu. Z přírodních sem můžeme zařadit např. vojenské újezdy, přírodní rezervace a další maloplošná chráněná území, kamenné sesuvy, výstupy hornin, l.zóny Národních parků, atd.

Je zde nutné také zmínit stále rostoucí kategorii zastavěných ploch, která činí v současnosti 131 000 ha, během 16 let se zvýšila její plocha o 3500 ha.

5.2 Vývoj Land use dle databáze LUCC v dolním povodí Sázavy

Z databáze LUCC byly vytvořeny 4 mapy (viz níže), jejichž územní jednotky protínaly Středočeský Pluton v dolním povodí Sázavy. Byl sledován celkový podíl změn v území v období 1845 – 2000. Dále byla sledována změna podílu lesa v tomto období.

Poslední 2 mapy zobrazují srovnání podílu lesa za rok 2000 v rámci ZÚJ a katastrálních území.

Na území je patrný pokles lesů v tomto období, zejména po severozápadním až jihozápadním okraji vymezeného území. Dále je patrný výraznější podíl lesa v roce 2000 na severovýchodě území, naopak jihozápad území má lesů nejméně. ZÚJ jednotky významně ovlivňují celkový náhled na podíl lesa v roce 2000 v území, oproti katastrálním územím. Je to patrné zejména na velké ZÚJ Benešova. Na severovýchodě a jihozápadě území se tato disproporce v takové míře neprojevuje.

Shrnutí statických dat

Ročenky půdního fondu České republiky

Data z ročenek nám mohou nejrychleji podat informace o vývoji využití půdy v územních jednotkách České republiky, kraje, okresu a katastrálního území v období 1845 – 2009. Nezanedbatelná jsou i data za obyvatelstvo v rámci Gemeindelexikon a LUCC.

Tyto zdroje, vydávané ČÚZK, uvádějí každoroční výkaz jednotlivých kategorií využití půdního fondu v hektarech (ha) za celou Českou republiku, jednotlivé kraje a jednotlivé okresy. Ročenkami lze popisovat pouze větší územní celky, nejmenším je zde okres, avšak jsou unikátní ve svém každoročním vydání od roku 1960, čímž můžeme sledovat detailněji trendy za posledních 50 let nežli je tomu v případě použití stejných územních celků u databáze LUCC. Nevýhodou uvedených ročenek je jejich analogová podoba dat.

Gemeindelexikon (Lexikon obcí) (Víděn 1905)

Uvedený zdroj je unikátní tím, že obsahuje data ze sčítání obyvatelstva v roce 1901 a mimo jiné i využití ploch v jednotkách katastrálních území a především tím, že datuje období kolem roku 1896, kdy na našem území dle dat JELEČEK (1995) dosáhla celková plocha orné půdy největší hektarové výměry. Nevýhodou může být německý jazyk, v němž je lexikon psaný, další podstatnější nevýhodou je odlišná velikost jednotlivých katastrálních území, kterou řeší i databáze LUCC. Další nevýhodou je analogová podoba dat a malá dostupnost lexikonu, jež je omezena na PřfUK v Praze.

V našich sledovaných územích je lexikonu použito pouze u katastrálního území Samechov, které mělo zhruba stejnou výměru jako v roce 1901.

Databáze LUCC

Databáze obsahuje data za roky 1845, 1948, 1990, 2000 a v současnosti zpracováváný rok 2009. Data z let 1845 a 1948 pochází z tzv. výkazů ploch, data za roky 1990 a pozdější jsou čerpány z databází centrálního katastrálního úřadu v Praze (ČÚZK v Praze).

Tato data obsahují využití ploch jednotlivých kategorií a data za obyvatelstvo pro katastrální celky stejné velikosti, která jsou shodná v letech 1845, 1948, 1990, 2000.

Daty z databáze LUCC lze velmi dobře popsat trendy a odhadnout vývoj větších územních celků až na jednotky katastrálních celků a také provádět různé typy analýz, avšak pro detailnější studii územního celku jsou data kvůli své absenci prostorové polohy jednotlivých ploch stěží použitelná. Data obsahují prostorovou polohu kopírující vymezení katastrálního území.

Druhou nevýhodou je, jak uvádí KABRDA (2009), zmíněná nejednotnost velikosti jednotlivých katastrálních ploch. Kupříkladu pokud chceme provést porovnání ploch katastru Bukovany za roky 1845, 1948, 1990 a 2000 a jeho analýzu vývoje ploch, není možné jej relevantně zhodnotit, jelikož se plocha katastru významně měnila ze 1411 ha v roce 1845 na 1109 v roce 1948 a ustálila se až v roce 1990 na 742 ha, nyní je 749 ha.

Naopak, jak KABRDA (2009) zmiňuje, nedošlo například ke změně velikosti katastru ve venkovských oblastech okrajových částí Středočeského kraje, do níž spadá i námi druhý zkoumaný katastr Samechov, u něhož můžeme uvedené údaje z databáze LUCC použít.

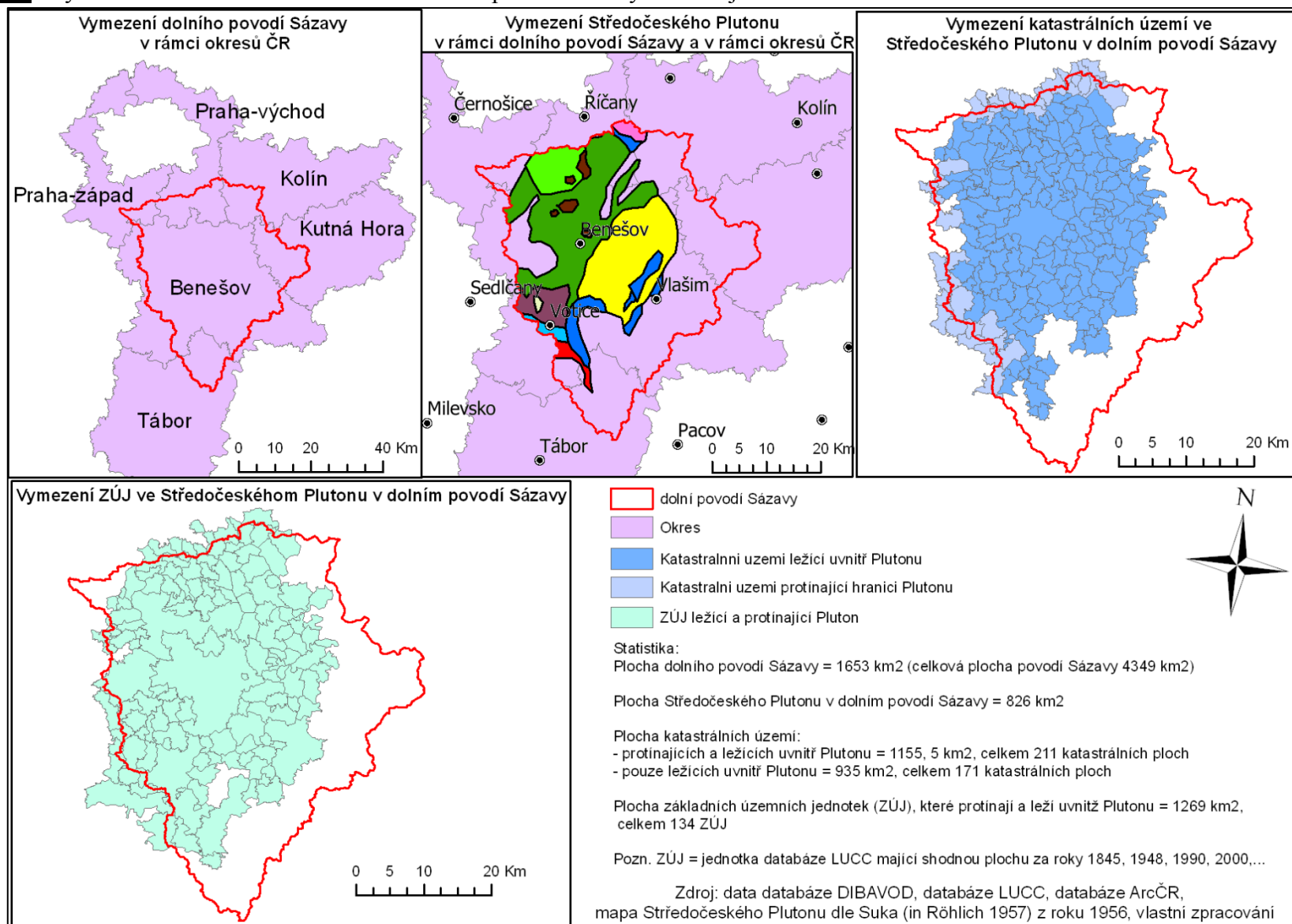
Obrovská výhoda databáze LUCC je velmi rychlé zpřístupnění a vizualizace informace o podílech ploch a indexu změny jednotlivých typů využití za roky 1845, 1948, 1990, 2000 a v brzké době i roku 2009 pro obrovské územní celky zachycené jednotkami ZÚJ.

Jelikož by dohledávání změn z map bylo výrazně obtížnější, tato databáze může velmi ulehčit práci při základní rekognoskaci informací o území.

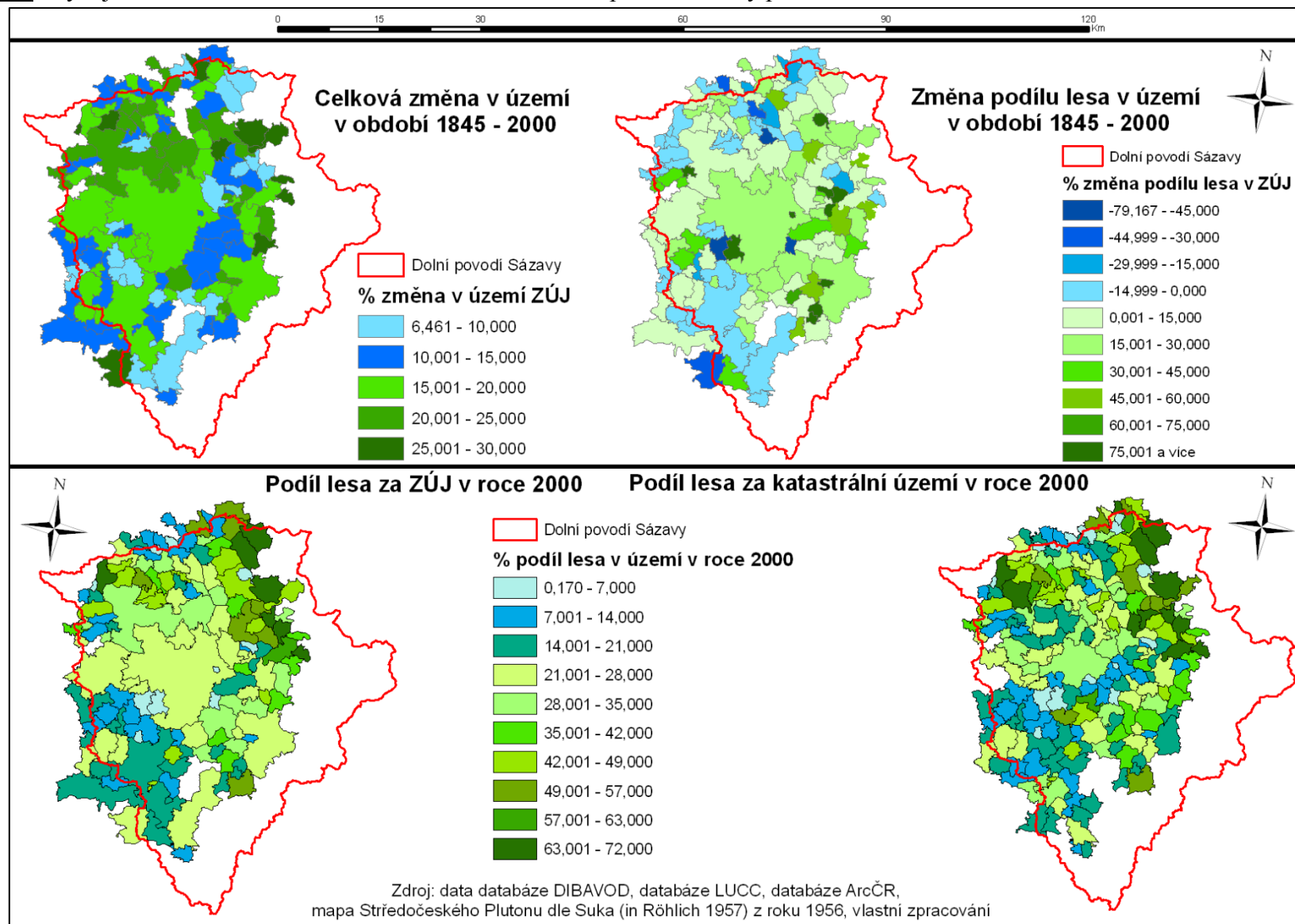
Jelikož databáze pracuje s daty z katastrálních úřadů a s jednotkami setin hektaru (0,01 ha), může nám tato informace velmi dobře sloužit pro studium změn Land use např. v povodí. Nikoli však úplně přesně, protože častou nevýhodou je nepřekrývání hranic ZÚJ s hranicemi povodí a jak již je zmíněno, problematický počet katastrů na ZÚJ, kdy je 20% ZÚJ tvořena více jak 1 katastrem.

Z databáze LUCC se taktéž nedovíme, které plochy zůstaly stabilní po celou dobu vývoje a které nikoliv, jelikož tato statistická data postrádají prostorovou polohu. Polohově je data možné zobrazit pouze v hranicích katastrálních území, které data ohraničují.

Mapa č.18: Vymezení Středočeského Plutonu v dolním povodí Sázavy v rámci jednotek databáze LUCC



Mapa č.19: Vývoj území ležící ve Středočeském Plutonu v dolním povodí Sázavy podle dat z databáze LUCC



5.3 Výsledky využití kategorií Land use na námi sledovaných územích

Data z databáze LUCC za kategorie ostatní plocha obsahují rozsáhlý mix ploch. My jsme v našich zvektorizovaných mapách za roky 1845 a 2009 (viz.graf č.9) provedli rozdělení na komunikace, ostatní a neplodná půda. V tabulce č.14 je uvedena historická výměra katastrů.

Tab. č.14: Historická výměra kastrálních území

Rozloha katastru Samechov		Rozloha katastru Bukovany	
rok	ha	rok	ha
1845	413,7	1845*	1411,4
1896	414,0	1896	1411,0
1948	413,9	1948	1109,1
1990	413,9	1990	742,1
2000	414,1	2000	742,1
2009	415,0	2009	749,87

Zdroj: Databáze LUCC, za rok 2009 vlastní výpočty, *námi vypočtená rozloha za rok 1845 pro katastrální obec Samechov činila 742,14 ha

5.3.1 Vývoj Land use na námi sledovaných územích

Trendem ve vývoji změn ve využití ploch pro sledované katastry je stejně jako pro celou Českou republiku pokles orné půdy a růst lesních ploch (viz graf č.9 a č.10). Podíl trvale travních porostů klesá zejména v nížeji položených území, zde je to katastr Bukovany (viz tab.č.15), jako důsledek rozšiřování orných ploch a zastavěných ploch (komunikace, zástavba, železnice). Po roce 1948 byly TTP převážně rozorány jako důsledek scelování pozemků.

Pro uvedená území můžeme jako hlavní příčinu poklesu orné půdy, jak uvádí JELEČEK (1995), uvést ekonomické důvody, neboť v konkurenčním prostředí se kapitál v zemědělství mohl efektivně uplatnit jen na úrodnějších plochách nebo s lepší polohou k trhu. Docházelo zde k tzv. diferenciální rentě, což je mimořádný zisk dosahovaný na pozemku s úrodnější půdou nebo s lepší polohou k trhu. Zvyšují se investice do těchto ploch, které jsou charakteristické střídáním hospodaření, chemizací a mechanizací, za účelem vyššího zisku. Hůře postavené plochy vedly k větším vkladům kapitálu, avšak diferenciální renta z nich byla menší. Tyto plochy byly tedy převáděny na trvale travní porosty (TTP) nebo byly zalesňovány, což je patrné zejména v katastru Samechov.

Za další významné příčiny změny území v lesní plochy, jak uvádí JELEČEK (1995) můžeme uvést růst cen dřeva, které začalo být surovinou i konstrukčním materiálem industrializace a ne pouze palivem a stavebninou jako dříve, dále pochopení a respektování

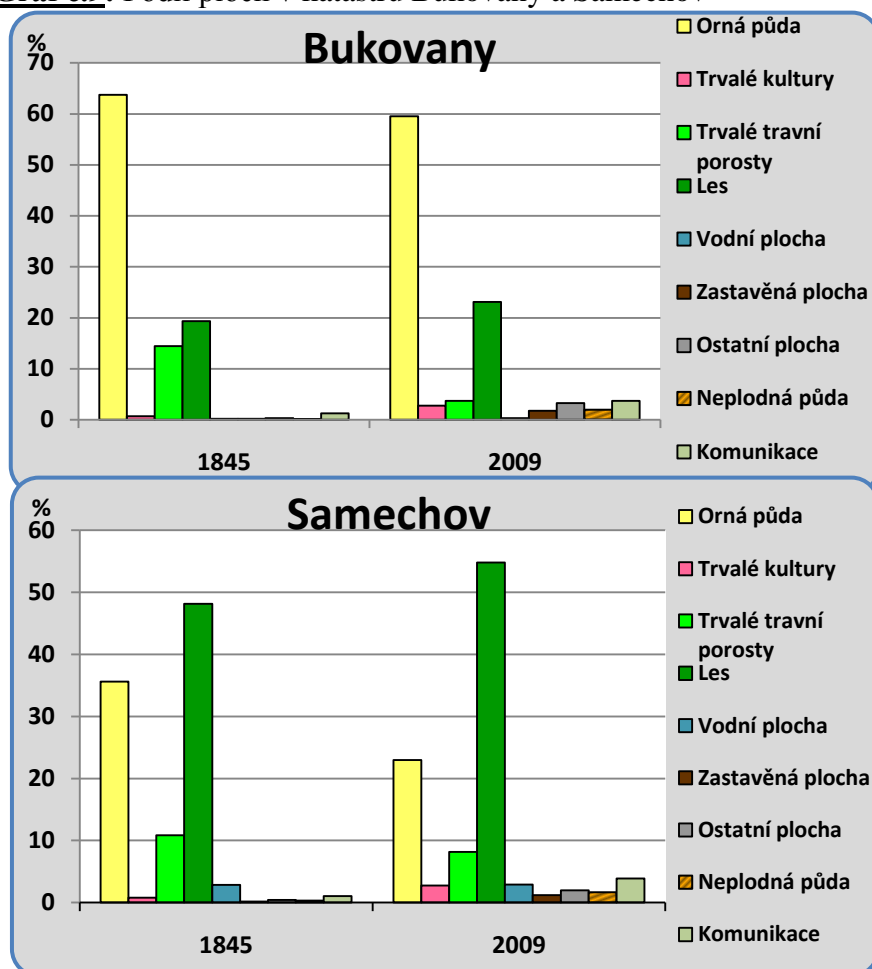
významu krajinné funkce lesa (viz moderní lesní zákon z roku 1852 platný do 50. let 20. století) ve společnosti a další.

Tab. č.15: Relativní zastoupení kategorií využití území (v %) za katastr Bukovany a Samechov v letech 1845 a 2009 a celková ha výměra jednotlivých kategorií v roce 2009

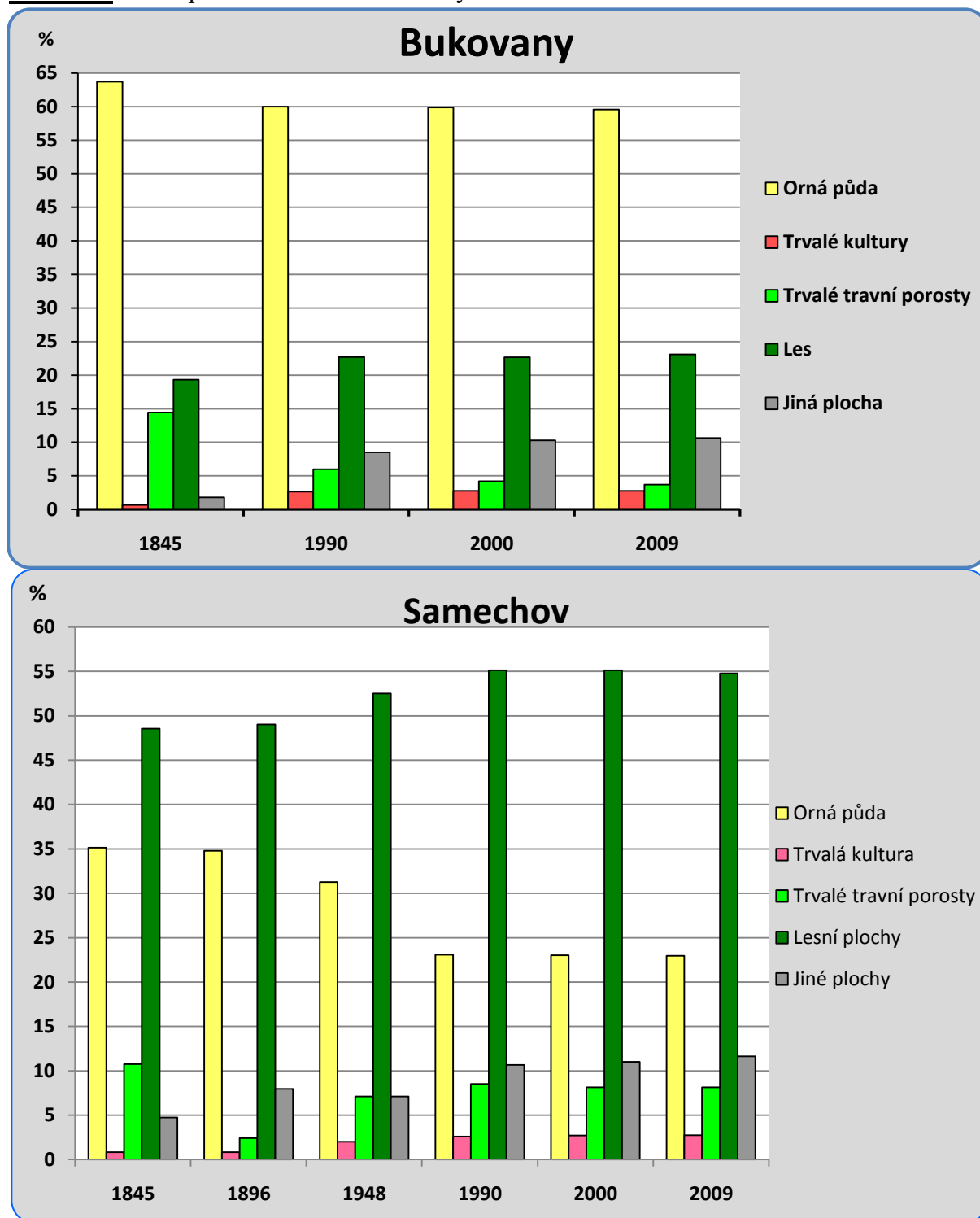
podíl v % katastr Bukovany	Orná půda	Trvalé kultury	Trvalé travní porosty	Les	Vodní plocha	Zastavěná plocha	Ostatní plocha	Neplodná půda	Komu- nikace
1845	63,72	0,68	14,45	19,32	0,17	0,16	0,32	0,043	1,28
2009	59,56	2,75	3,72	23,1	0,33	1,76	3,29	1,92	3,69
podíl v % katastr Samechov	Orná půda	Trvalé kultury	Trvalé travní porosty	Les	Vodní plocha	Zastavěná plocha	Ostatní plocha	Neplodná půda	Komu- nikace
1845	35,59	0,78	10,83	48,15	2,83	0,16	0,41	0,3	1,02
2009	22,96	2,75	8,14	54,78	2,9	1,2	1,98	1,65	3,88
ha výměra	Orná půda	Trvalé kultury	Trvalé travní porosty	Les	Vodní plocha	Zastavěná plocha	Ostatní plocha	Neplodná půda	Komu- nikace
Bukovany 2009	446,63	20,63	27,92	173,21	1,44	13,21	24,67	14,44	27,68
Samechov 2009	95,26	11,4	33,77	227,32	11,07	4,98	8,22	6,85	8,28

Zdroj: Vlastní výpočty, Pozn. pro rok 1845 počítán z vlastně vypočtené rozlohy katastrální obce Bukovaci ze zvektorizované mapy Stablního katastru

Graf č.9: Podíl ploch v katastru Bukovany a Samechov



Graf č.10: Podíl ploch v katastru Bukovany a Samechov

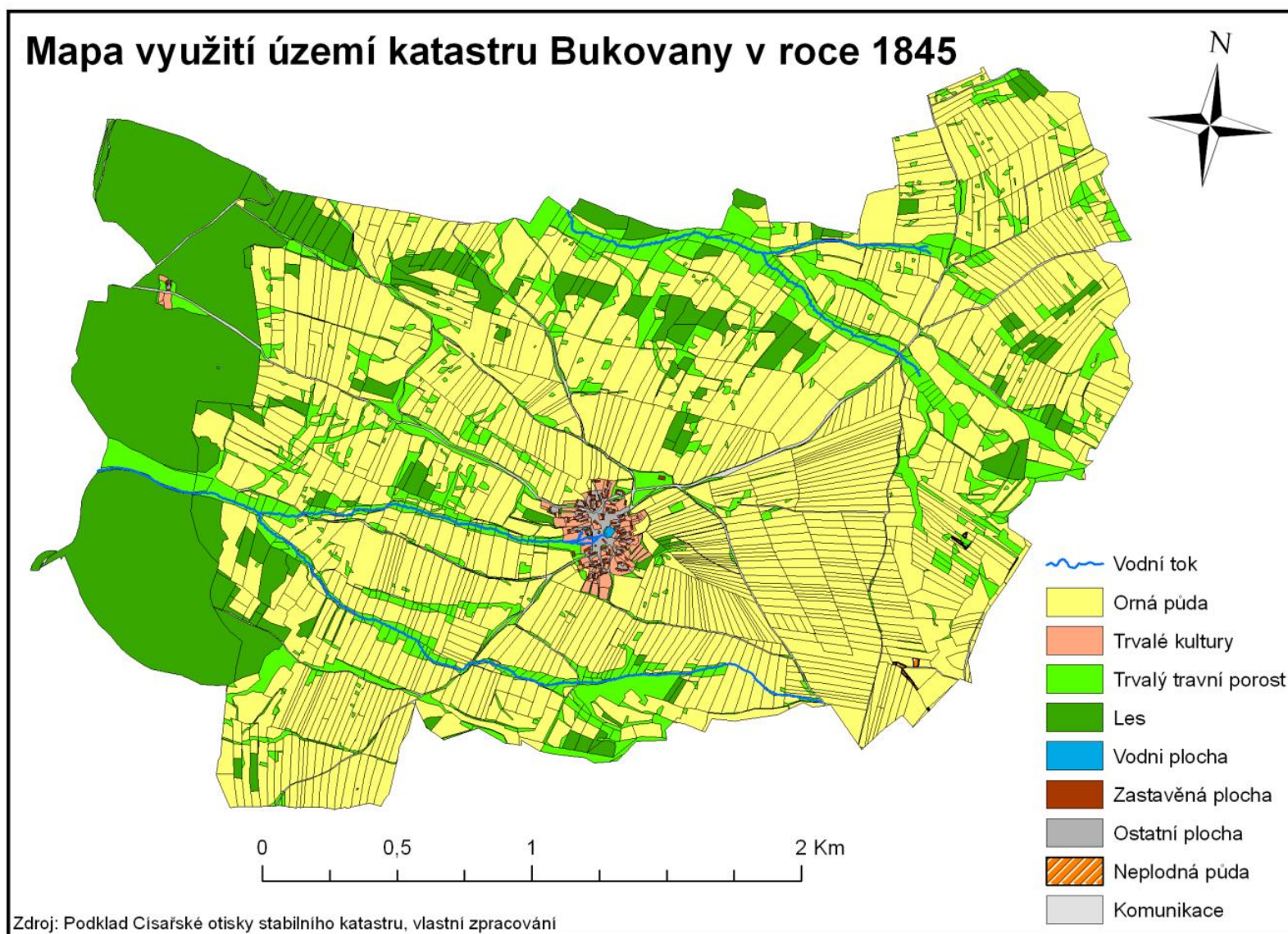


Jiná plocha = vodní plocha + ostatní + zastavěná plocha

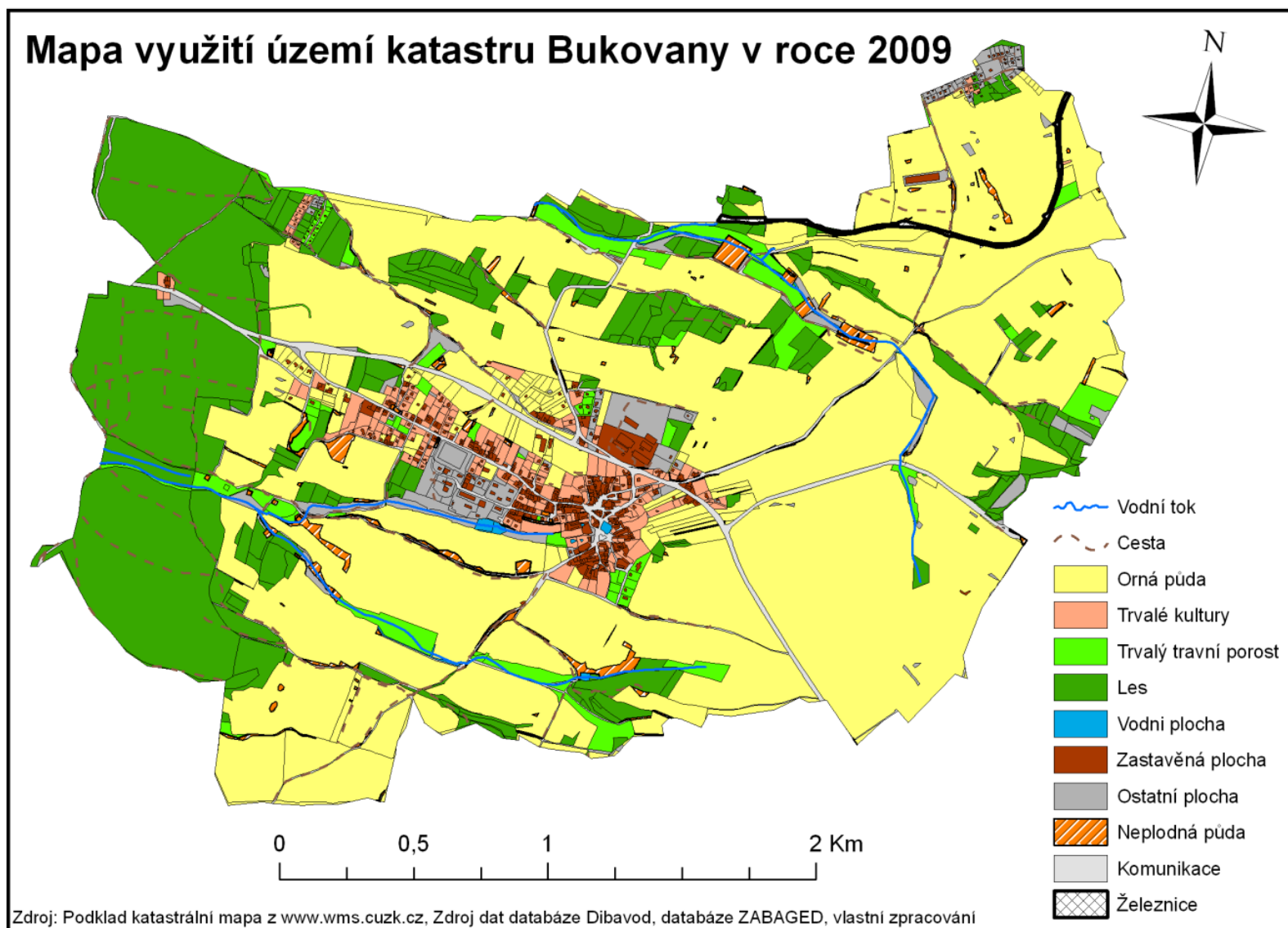
Zdroj: Vlastní výpočty, Databáze LUCC a Gemeindelexikon von Böhmen (1905)

Pozn.: pro katastr Bukovany nezobrazeny roky 1896 a 1948 z důvodu rozdílné velikosti katastru

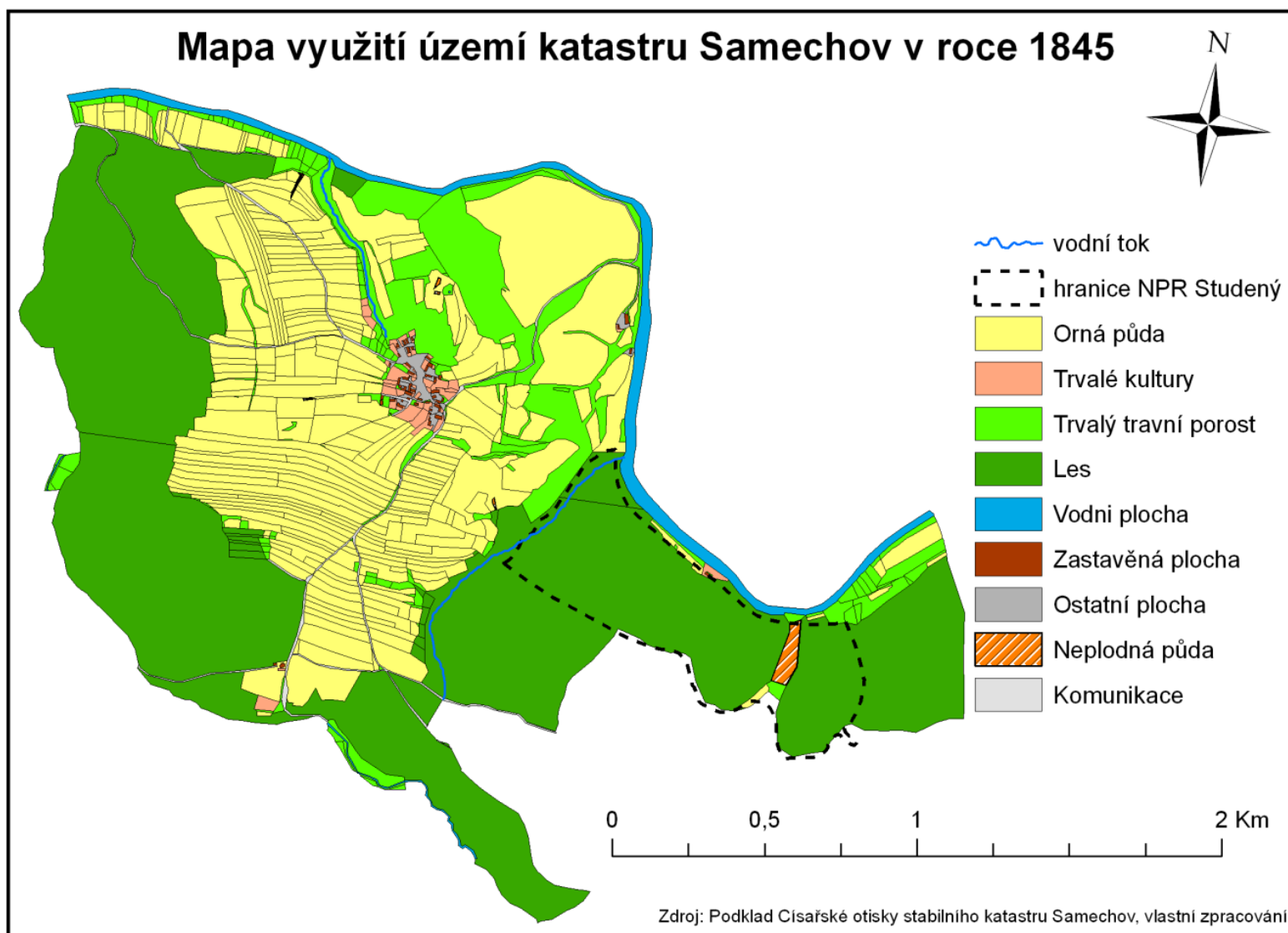
Mapa č.20: Mapa využití území katastru Bukovany v roce 1845



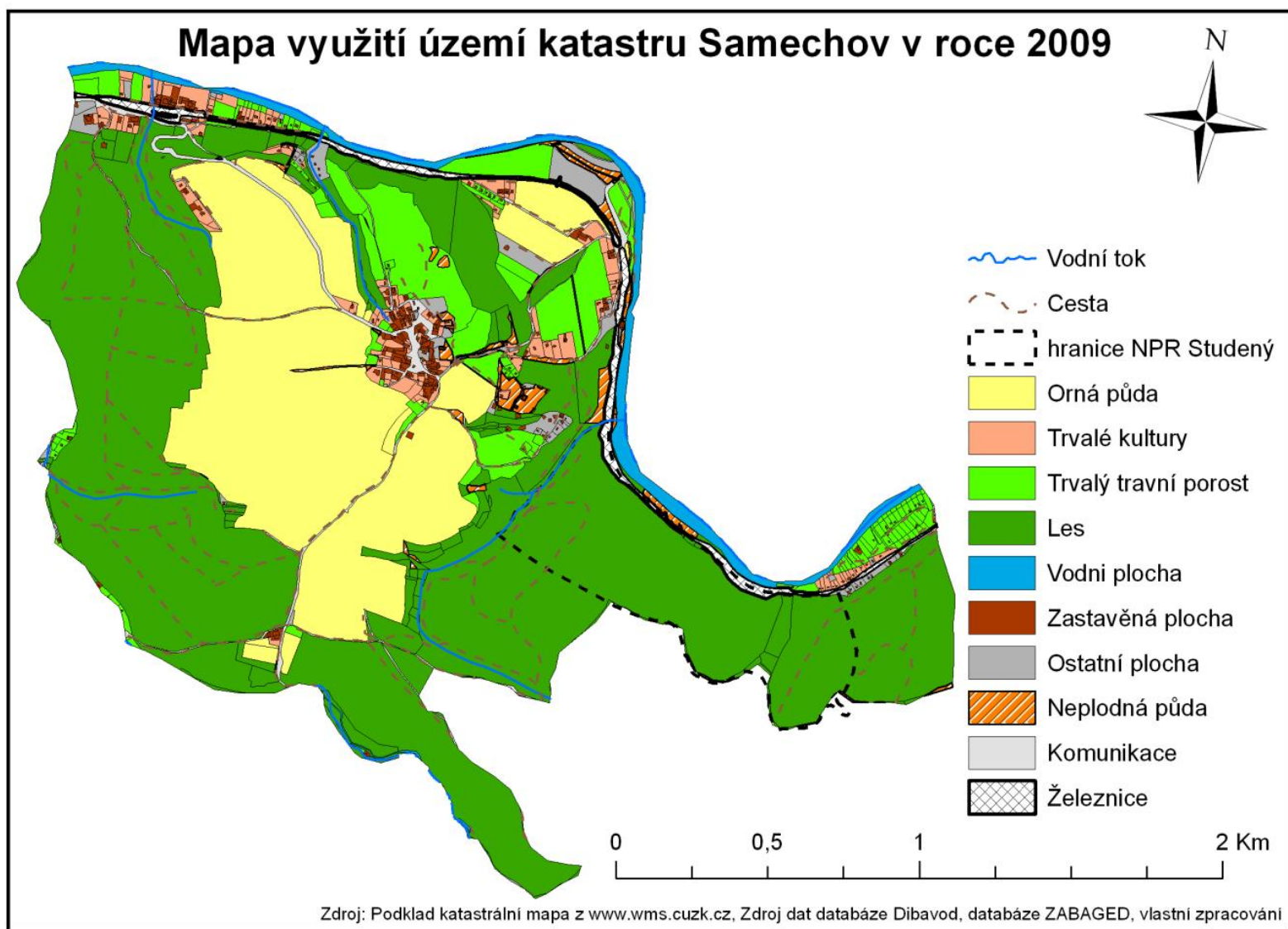
Mapa č.21: Mapa využití území katastru Bukovany v roce 2009



Mapa č.22: Mapa využití území katastru Samechov v roce 1845



Mapa č.23: Mapa využití území katastru Samechov v roce 2009



katastr Bukovany	celková změna v %	katastr Samechov	celková změna v %
změna v území celkem	26,45	změna v území celkem	27,01
kategorie	podíl nepřirodní (zastavěné plochy) a polopřirodní (ostatní plochy bez neplodné půdy) na změně území v %	kategorie	podíl nepřirodní (zastavěné plochy) a polopřirodní (ostatní plochy bez neplodné půdy) na změně území v %
zastavěné území (železnice+komunikace+zástavba)	14,6	zastavěné území (železnice+komunikace+zástavba)	11,65
ostatní plochy (městska zeleň, hřiště, hřbitov,...)	10,75	ostatní plochy (městska zeleň, hřiště, hřbitov,...)	6,634
vybrané jednotlivé kategorie změny	podíl na celkové změně v %	vybrané jednotlivé kategorie změny	podíl na celkové změně v %
TTP → orná	16,62	orná → TTP	21,06
TTP → les	13,94	TTP → les	19,22
orná → les	8,57	orná → les	8,28
orná → TK	6,17	orná → TK	5,34
orná → ostatní	6,02	orná → ostatní	3,55
orná → komunikace	5,39	orná → neplodná	3,07
TTP → ostatní	4,92	orná → železnice	2,82
les → orná	4,67	TTP → ostatní	2,25
TTP → neplodná	4,62	orná → komunikace	2,14
orná → TTP	4,6	TTP → neplodná	2,05
orná → zástavba	3,46	TTP → železnice	1,65
TTP → komunikace	2,78	orná → zástavba	1,48
orná → neplodná	2,32	TTP → orná	1,33
TTP → zástavba	0,95	TTP → komunikace	1,11
orná → železnice	0,71	neplodná → les	0,94
les → ostatní	0,65	TTP → zástavba	0,82
ostatní → zástavba	0,61	ostatní → zástavba	0,77
ostatní → komunikace	0,43	les → ostatní	0,68
TTP → železnice	0,2	les → orná	0,55
les → zástavba	0,17	ostatní → komunikace	0,51
TK → ostatní	0,1	les → zástavba	0,35
komunikace → ostatní	0,1	TK → ostatní	0,11
neplodná → les	0	komunikace → ostatní	0,044
součet	88	součet	80,124

Tab. č.16: Změny v uvedených územích v letech 1845-2009, **Pozn.** součet 23 kategorií změn z celkových 38 kategorií (viz mapa příloha č.) činí 88% (Bukovany), respektive 80% (Samechov) celkových změn v území

5.3.2 Podíl jednotlivých kategorií změn ploch na celkové ploše změny v katastrálních územích Bukovany a Samechov

Na obou sledovaných územích proběhla v období 1845 – 2009 přeměna využití území v rozsahu téměř 30%. Z uvedených grafů č.9,10 a tabulek č.15,16 je patrný celkový pokles podílu orné půdy, markantnější ve výše položeném katastru Samechov. Z tabulky č. 16 můžeme dopočítat, že orná půda se podílela 16% poklesu na celkové změně ve využití území v katastru Bukovany, respektive 46% poklesu v katastru Samechov. Opačný trend měl rostoucí podíl lesa. Les na celkové změně v území Bukovan představoval 5% vzrůst a v katastru Samechov 27% vzrůst. Díky útlumu zemědělství a ustájení dobytka je zde patrný celkový pokles podílu trvale travních porostů, zřetelný zvláště v katastru Bukovan s podílem na změně využití 40%. V katastru Samechov převládá více extenzivní způsob zemědělství. Můžeme to zdůvodnit i tím, že největší změna ploch s podílem 21% proběhla z orné půdy na trvalé travní porosty, proto k tak výrazné změně trvale travních porostů v katastru Samechov nedochází. S rozšiřující se zástavbou roste v obou územích podíl trvale travních kultur, převažují zahrady.

Celkově se v obou územích projevuje současný tlak na půdu v podobě přeměn území přírodního využití do využití nepřírodního. Za přírodní využití považujeme lesní plochy, ornou půdu, trvalé kultury a trvalé travní porosty. Nepřírodní plochy jsou plochy přeměněné na zastavěné plochy (zástavba, železnice, komunikace). Tento podíl na změně využití není zanedbatelný a pohybuje se od 12 do 15% výměry katastrálního území. Dále je zde patrná i přeměna do polopřírodních ploch (hřiště, hřbitov, ostatní plochy), jejichž podíl na změně je 7%, respektive 11%. Přestože katastr Samechov můžeme řadit spíše do periferních oblastí, probíhá i zde růst zástavby, je to především rekreační zástavba v okolí toku Sázavy, jak je vidět na mapách změn (viz příloha č.5 a č.6). Z map změn je dále patrný značný nárůst trvalých kultur na plochách orné půdy a dále významný podíl nové orné půdy, který proběhl v rámci scelování pozemků v 50. letech 20. století. v katastru Bukovany. Na území Samechov dochází ke změnám trvalých kultur a zástavby převážně podél toku Sázavy.

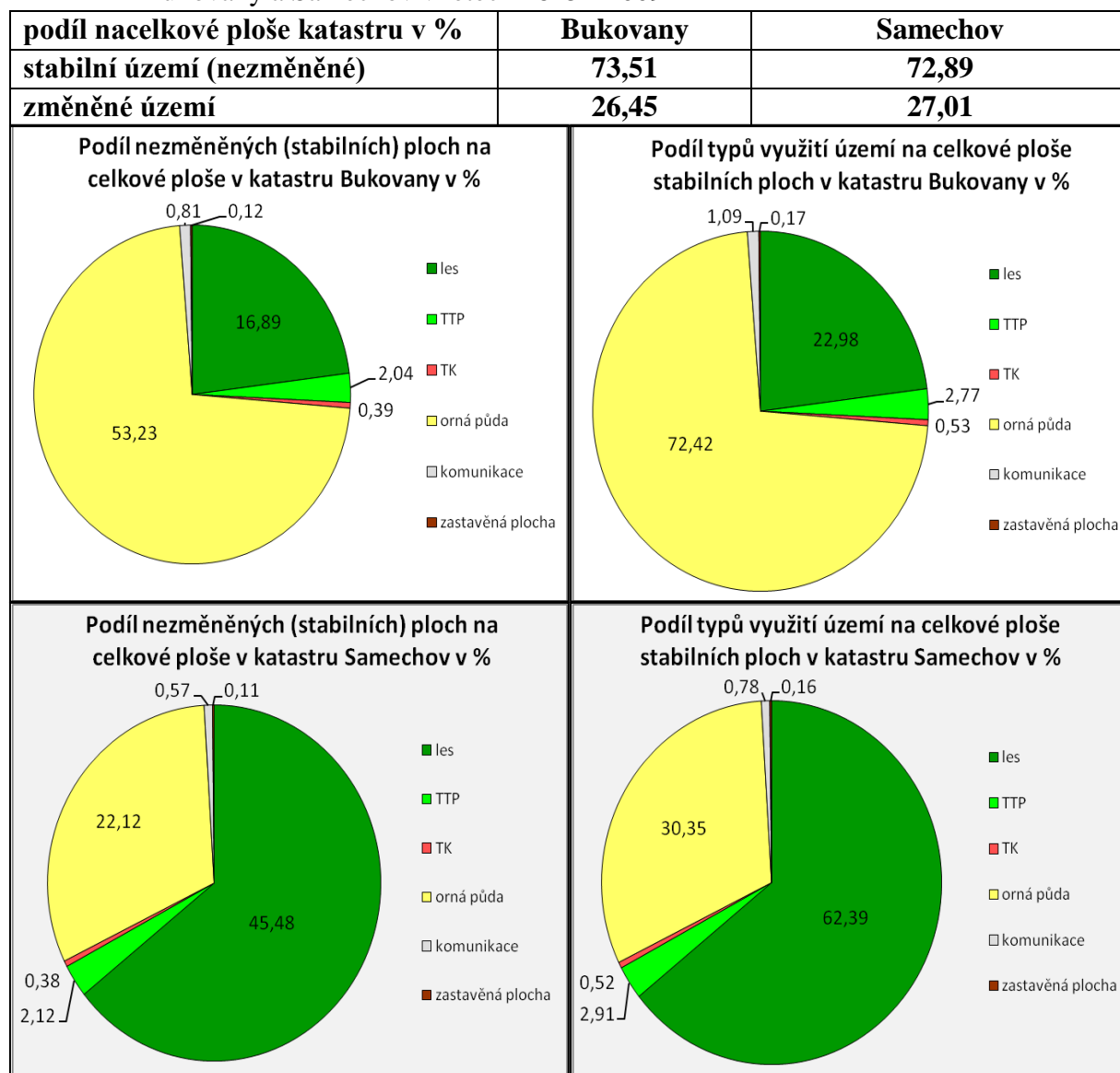
Naše studie se výzkumem zaměřila na kategorii změny orná půda – les, která se podílela přibližně 8% na celkové změně v katastru Bukovany i v katastru Samechov.

5.3.3 Podíl stabilních ploch v katastrálních územích

Graf č. 11 uvádí kvantifikaci ploch na území, která neprošla žádnou změnou a která jsou pod stejným využitím na stejném místě jak v roce 1845, tak v roce 2009. Podíl stabilních (nezměněných) orných ploch na ploše území se podílí v katastru Bukovany 53% a 22% v katastru Samechov. U podílu stabilních lesních ploch na ploše území je podíl v katastru

Bukovany 17% a 45% v katastru Samechov. Podíl nezměněných trvalých travních porostů (TTP) na ploše území je v obou katastrech stejně velký a činí 2%. Takto nízký podíl můžeme zdůvodnit velkými tlaky na tuto kategorii využití území. Trvalé travní porosty byly převáděny převážně v ornou půdu nebo les.

Graf č.11: Relativní zastoupení jednotlivých složek stabilních ploch v katastrech Bukovany a Samechov v letech 1845 - 2009



Zdroj: Vlastní výpočty

5.3.4 Vyhodnocení databáze Land Cover na námi sledovaných územích

Databáze CORINE LANDCOVER, která je zpřístupněná přes agenturu CENIE, umožňuje porovnání stavů vegetačního pokryvu v obdobích 1990, 2000 a 2006.

Jeden z hlavních problémů databáze CORINE LAND COVER je velikost měřítka mapy 1:100 000, která zapříčiňuje velkou generalizaci, dále velikost rozlišení pixelu (25 m) a chyby, způsobené při vektorizování lidským faktorem. Kvůli těmto faktorům proto nemůžeme zcela věřit výpovědní hodnotě databází CORINE LAND COVER (viz mapa č.24 a č.25).

V uvedených mapách není např. v katastru Samechov vymapována městská zástavba (1.1.2) obce Samechov. Sportovní a rekreační plochy (1.4.2) jsou vymapovány teprve v roce 2006, přestože zde existovaly již v letech minulých. Dalším negativem je např. jiné vymapování plochy v levé části za hranicí katastru Bukovany, které jsou v letech 1990 a 2000 vymapovány jako jehličnatý les (3.1.2) a v roce 2006 jako smíšený (3.1.3), přestože z logického hlediska obtížně mohly listnaté stromy za 6 let narůst tak, aby se změna projevila. Může to být způsobeno též roční dobou, kdy byl snímek pořizován - družice nemusela zachytit vliv listnatých porostů, jejichž stromový zápoj nebyl ještě dostatečný. Námi studovaná stanoviště jsou všechna ve stádiu lesa, což ovšem některým v databázi neodpovídá.

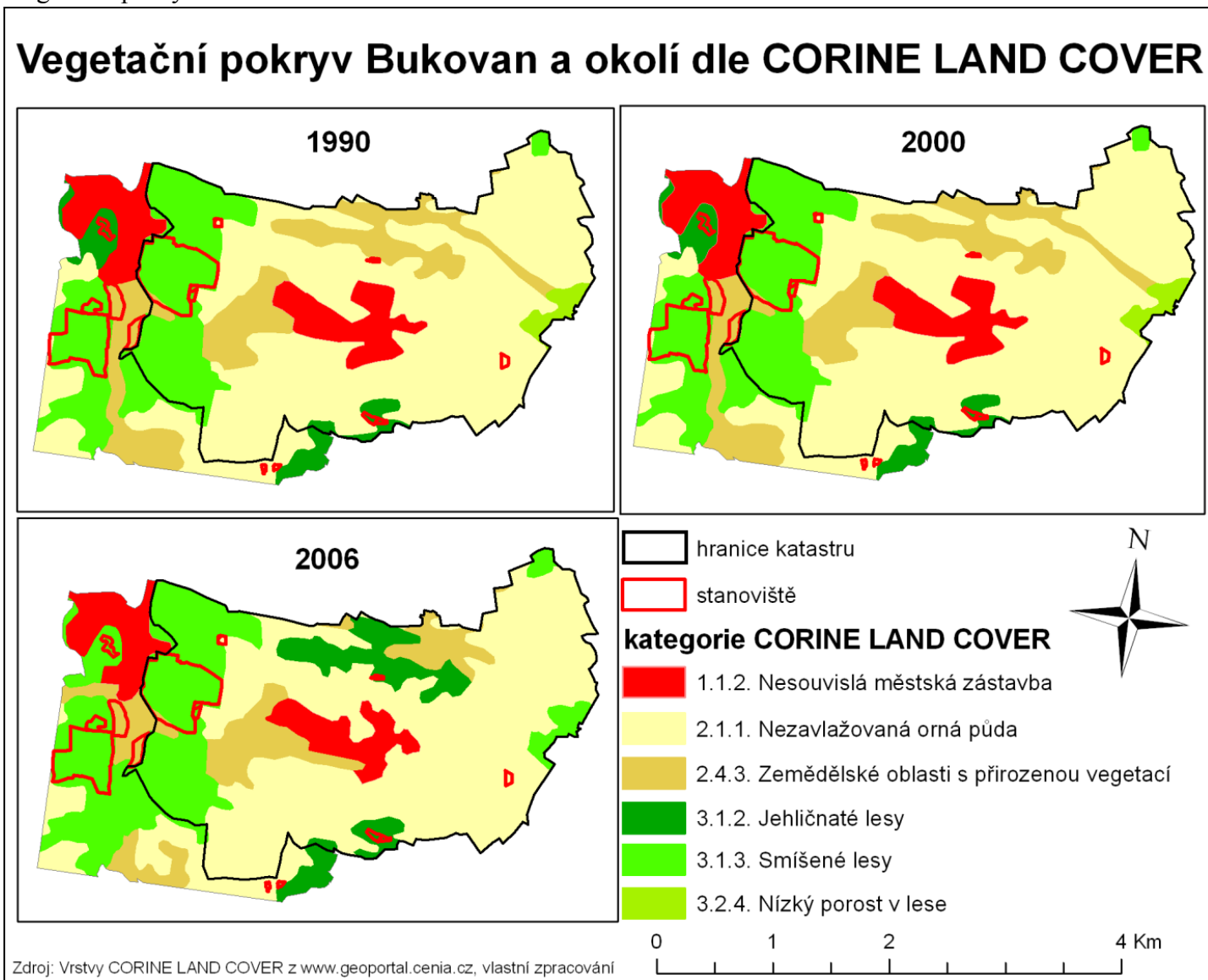
Jako další příklad můžeme uvést přiřazování stejné kategorie dvěma plochám, které jsou dle našeho uvážení zcela rozdílné (viz obr. č.24), příkladem budiž stanoviště mezi roky 2000 a 2006 s kategorií 2.4.3 (mapa č.24).

Na níže uvedeném obr. je stanoviště č. 10 hodnoceno kategorií 2.4.3 CLC (Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace) v roce 2000, později v roce 2006 již jako 3.1.2. (Jehličnaté lesy). Stanoviště č. 3 přetrvává v kategorii 2.4.3 jak v roce 2000, tak v roce 2006. Domníváme se však z níže uvedených obrazů, že stanoviště 10 by mělo být v kategorii 3.1.2 již v roce 2000. Stanoviště č. 3 by mělo být zařazeno spíše do kategorie 3.2.4. (Přechodová stadia lesa a křoviny).

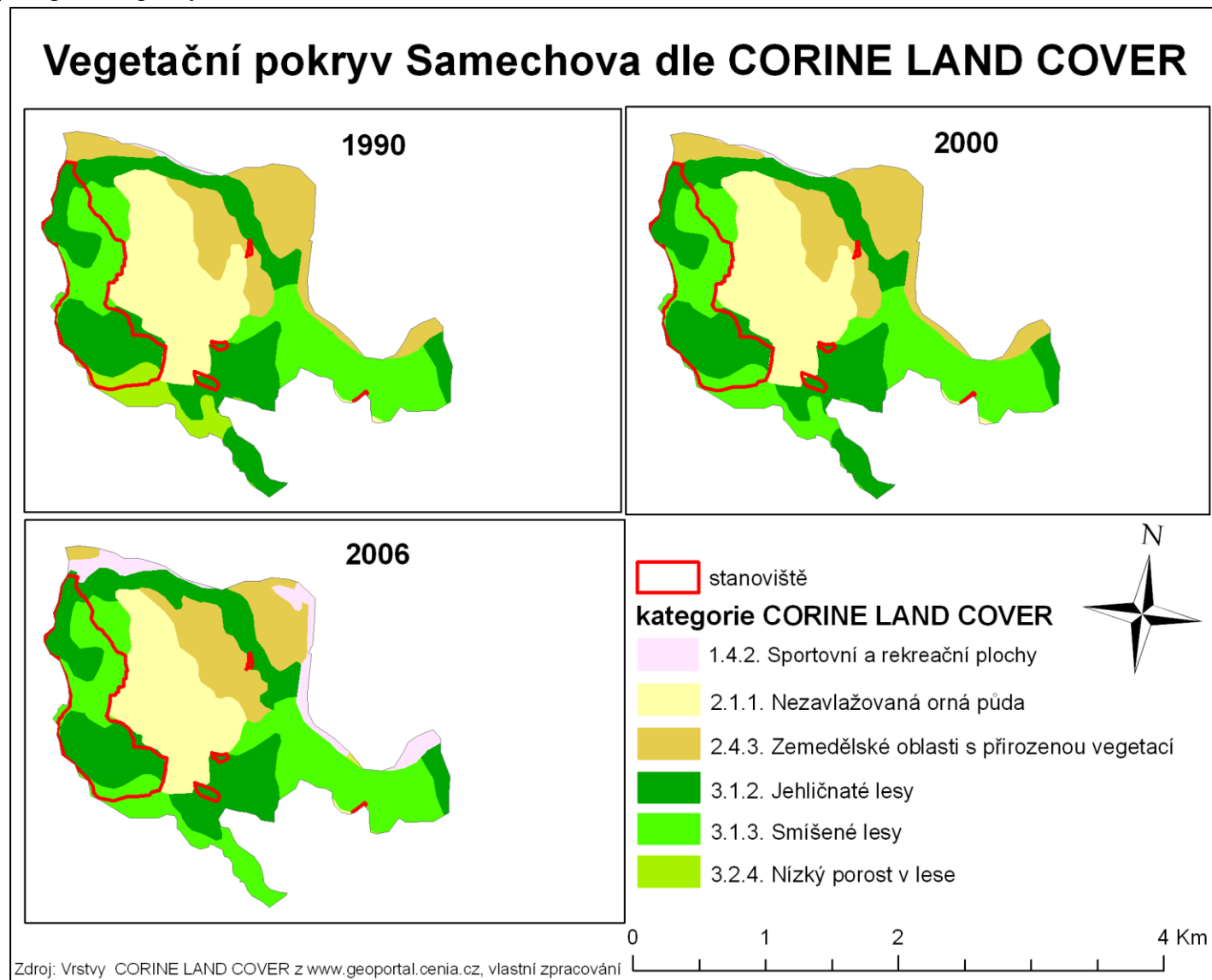
Obr. č.24: Skutečný stav stanovišť (č.3 a č.10) označovaných dle CLC v roce 2000 jako kategorie 2.4.3



Mapa č.24: Vegetační pokryv Bukovan a okolí dle CORINE LAND COVER



Mapa č.25: Vegetační pokryv Samechova dle CORINE LAND COVER



5.4 Určení stáří stanovišť

Pro stanovení stáří bylo využito Müllerovy mapy Čech, map I., II. a III. vojenského mapování, dále z různých období map katastrálních 1:2 800, státní mapy odvozené (SMO) 1:5 000, topografické mapy (TM) 10: 000 a základní mapy (ZM) 10: 000.

Mapy a zdroje 18. století

U určování stáří ploch před rokem 1845 se musí brát zřetel na nedokonalou trigonometrickou síť a tudíž i špatnou polohovou přesnost, u Müllerových map také na velikost měřítka 1:132 000 a tudíž větší generalizaci, a proto lze určovat stáří pouze větších ploch.

Tyto mapy však, jak zmiňují např. HAVLÍČEK (2009), HAVLÍČEK *et al.* (2008), postrádají dobrou trigonometrickou síť, která by zajistila minimální odchylky v polohové přesnosti poloh od S-JTSK. Odchylky dosahují u I. vojenského mapování (1: 28 800) 400-700 m, u Müllerových map více jak 1000 m. Odchylky záleží na mapovém listu, území atd.

Přes tuto skutečnost nelze tyto mapy použít pro analýzy změn krajiny, ale lze je využít pro ilustraci charakteru krajiny a pro pozorování jejích změn od tehdejší doby 18.století po současnost.

Mapy lze využít pro stanovení stáří ploch, ale pouze velkých celků (např. rozsáhlé lesy) z důvodu uváděných polohových odchylek a také zejména generalizace u Müllerovy mapy, vycházející z jejího z měřítka (1: 132 000).

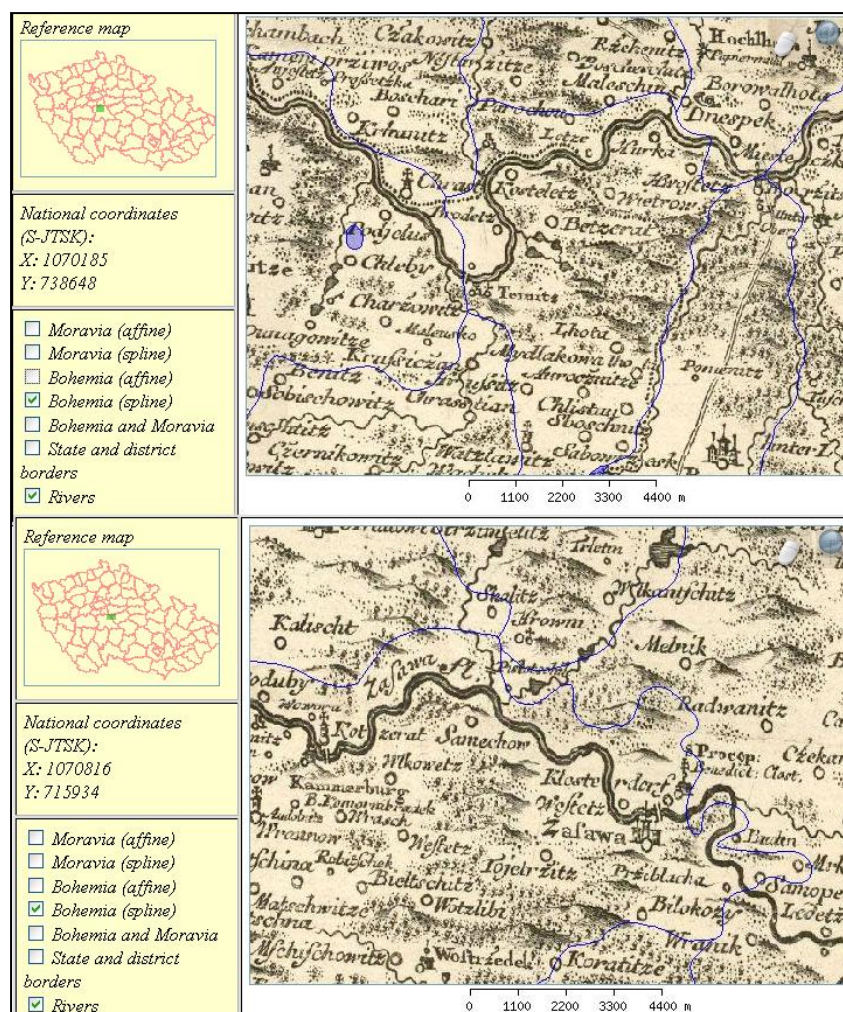
Tyto mapy nemohou sloužit k podrobným analýzám změn Land use a mají pouze ilustrativní charakter. Uváděné mapy jsou proto využity pouze pro identifikaci stáří velkých ploch, v námi sledovaných územích se jedná o stanoviště č. 11, č. 12 a č. 17.

1720 – 1775

Při určování nejstarších ploch jsme využili Müllerovu mapu Čech a pro námi zkoumaný list č. 13 vykazovala polohovou odchylku se současností na příkladu říčních toků cca 1300 metrů. V našem území je odchylka závislá na konkrétním území, např. u Týnce (Teinitz) dosahuje daných 1300 metrů. Jinde je toto číslo menší. Menší je u katastru Samechov. Přes uvedenou odchylku se domníváme, že můžeme určit využití 2 velkých ploch, které byly v I. vojenském mapování v roce 1775 lesem (viz obr.č.1 a obr.č.2 v příloze č.2).

Jedná se o stanoviště č. 12 a č. 17.

Obr. č.25: Ukázka odchylky Müllerovy mapy Čech na příkladu vodních toků na našich územích



Zdroj:

<http://maps.fsv.cvut.cz/muller/index.html>

1763-1768 – 1845

V I. vojenském mapování můžeme, i přes jeho nemalou odchylku, určit větší plochy, zde se jedná o stanoviště č. 11, které před 160 lety bylo polem, ale ve II. vojenském mapování bylo již lesem (viz obr.č.3 a obr.č.5 v příloze č.2).

Mapy a zdroje 19. století až po současnost

Od vydání map II. a III. vojenského mapování, které prodělalo vylepšení trigonometrické sítě, hovoříme o vhodnosti mapových prostředků pro analýzy krajinných změn.

HAVLÍČEK *et al.* (2008) uvádí polohové od s S-JTSK odchylky III. vojenského mapování okolo 30 m, u II. vojenského mapování, TM25 z 50. let a 90. let 20 století ještě menší, pohybující se okolo 11 m.

II. vojenské mapování (1836 – 1852) je na našem území na rozdíl od III. vojenského mapování kompletní.

III. vojenské mapování v barevném provedení topografických byla naneštěstí dostupné pro naše zájmová území

Pro detailnější mapování lze využít map Císařské otisky stabilního katastru, jejichž měřítko je 1:2 880 a dále jejich výkazů ploch, jejichž statistika je také uváděna pro rok 1845 v databázi LUCC.

ŠÍMA (2009) udává výslednou přesnost map Císařských otisků stabilního katastru na 2,08 až 2,14 m, což je přesnost v měřítku 1 : 2 880, kde činí 0,7 mm v mapovém podkladu.

Na našich katastrálních územích vychází odchylka do 10 m, která je způsobena pravděpodobně tím, že při geoferencování byly georeferencovány mapové listy stabilního katastru každý zvlášť a tím pádem docházelo k menšímu výskytu ideálních georeferenčních bodů, jakými jsou např. věže kostelů apod.

Pro minimalizování odchylky by bylo vhodné pečlivé slepení všech mapových listů do tvaru katastru a následné georeferencování pomocí georeferenčních (vlícovacích) bodů.

Pro slepení mapových listů lze použít např. Photoshop nebo free program pro úpravu obrazu GIMP 2, který stejně tak jako program ArcGis využívá vrstev (layers), které lze přes sebe překrývat. Uvedené slepování je vhodné také pro ostatní mapové podklady, jelikož často dochází k tomu, že výzkumné území je rozděleno do 2 a více mapových listů.

1845 – 1878*

Mezi II. a III. vojenským neproběhla žádná změna v našem území z pole na les na námi sledovaných stanovištích.

Období 1878 – 1945

Pro období mezi 1. a 2. světovou válkou nám slouží, pomineme-li Prozatimní a Definitivní vojenské mapování mapující malou část našeho území, reambulované mapy III. vojenského mapování vycházející z jejich černobílých kopií a užívané ve 20. letech 20. století do roku 1950.

Pro období mezi 1. a 2. světovou válkou nebyly na našich územích provedeny reambulace, proto map z uvedeného období nebylo využito. Prozatimní vojenské mapování, které probíhalo v letech 1923-1933, ani definitivní vojenské mapování, které probíhalo v letech 1934-1938, nepracovalo s námi sledovaným územím a proto jich také nebylo využito.

* Pozn. rok 1878 je uveden na pravé straně mapových listů našich katastrálních

Obr. č.26: Bukovany, mapový list 4053/4 1:25 000, nereambulovaný 8. vydání z roku 1942



Zdroj: http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/data/topo/4053/4053-004_index.html

Stáří v tomto období muselo být složité dohledáno přes údaje v Pozemkové knize a Městských deskách, kde jsou vedeny údaje o čísle (PK) a stavu využití katastrální plochy (viz. příloha č.). Informace v městských deskách jsou však zatíženy velmi obtížnou interpretací a složitým vyhledáváním, a proto je nutná zkušenost archiváře.

Letecké snímky od 50. let 20. století do současnosti

Nejlépe lze pozorovat změny v krajině pomocí leteckých snímků, které jsou již dostupné a které dosahují velmi velkého rozlišení (0,5 m).

Použití historických leteckých snímků v uváděné práci není využito, přestože by se pravděpodobně jednalo o nejlepší mapovací prostředek skutečného stavu.

Vyšší pořizovací cena snímků odvislá taktéž od míry rozlišení mapovaného pixelu množství snímků a nepřilíš vhodné časové rozložení bylo největší překážkou pro námi sledovaná území, a proto je místo leteckých snímků využito všech dostupných mapových podkladů, kde jsou zobrazeny všechny uvedené v mapy s vyznačenými stanovišti (viz. příloha č.).

Přestože, že jsme pro uvedená území Bukovan i Samechova hledali na uvedeném serveru dostupné snímky pro naše území:

- <http://izgard.cenia.cz/lmstredy/viewer.htm>

Pro Bukovany se jedná o snímky z let: 1978, 1980, 1982, 1992, 2004 a 2007.

Pro Samechov se jedná o snímky z let: 1954, 1980, 1981, 1982, 1986, 1990, 1992, 2004, 2007.

Snímky z 50. let se zde vyskytly pouze jednou, snímky starší se zde nevyskytují. Pro obě území se vyskytovaly nejvíce snímky z 80. let.

Místo černobílých i barevných snímků je využito dostupných map SMO 1:5 000, TM10, TM 25 a ZM 10:000 z archivu ČÚZK a map katastru nemovitostí z katastrálního úřadu v Benešově.

Databáze LAND COVER

Databáze CORINE LANDCOVER, která je zpřístupněná přes agenturu CENIE, umožňuje porovnání stavů vegetačního pokryvu v obdobích 1990, 2000 a 2006.

Jeden z hlavních problémů databáze CORINE LAND COVER je velikost měřítka mapy 1:100 000, která zapříčiňuje velkou generalizaci, a dále pravděpodobně díky velikosti rozlišení pixelu (25 m) a i chybám, způsobených při vektorizování lidským faktorem. Dále je u databáze na námi pozorovaných katastrálních územích možné dohledat plochy, které neodpovídají zcela interpretaci se skutečností. Nejvíce problematické je nevymapování zastavěné plochy, přestože v našem katastrálním území přesahuje mírně jak 5 ha, což činí 1% z celkové plochy katastru.

Přestože se může zdát, že uvedená databáze CORINE LAND COVER není až tak kvalitní, patří k ceněnému zdroji informací, převážně kvůli množství kategorií, do kterých se člení a rozsahem území které pokrývá. Přesto je však nutné brát zřetel na nejistou výpovědní hodnotu databází.

U uvedených mapování (viz výše) je před rokem 1950 zcela nedostačující určení stáří lesa, které představuje značné rozpětí. Mezi II. vojenským mapováním a rokem 1950 se pohybuje interval od 25-40 let, což můžeme považovat za velmi dobré. Ovšem velké časové rozpětí mezi I. vojenským mapováním (1775) a II. vojenským mapováním nebo císařskými otisky (1850) a dále I. vojenským mapováním a Müllerovým mapováním (1720) nám interval stáří lesa velmi komplikuje. Odhady jsou 165 – 235 let a 235 let a více. Bylo by možné, avšak značně obtížné, dohledat informaci ze starých Městských desek ve Státním archivu ČR v Praze nebo provedení dendrologického průzkumu. Této možnosti však není v této práci využito.

Na stanovištích byla provedena fytoindikace a dále měření pařezin, pokud zde došlo k těžbě. Byla provedena také měření obvodu kmene ve výšce 1,3 m. Na starých stanovištích byly naměřeny u sond v Samechově obvodu kmenů 210 cm u modřínu, 220 cm u habru a 230 a 310 cm u buku. V Bukovanech to byly hodnoty 176 a 192 cm u smrku a 156 u dubu.

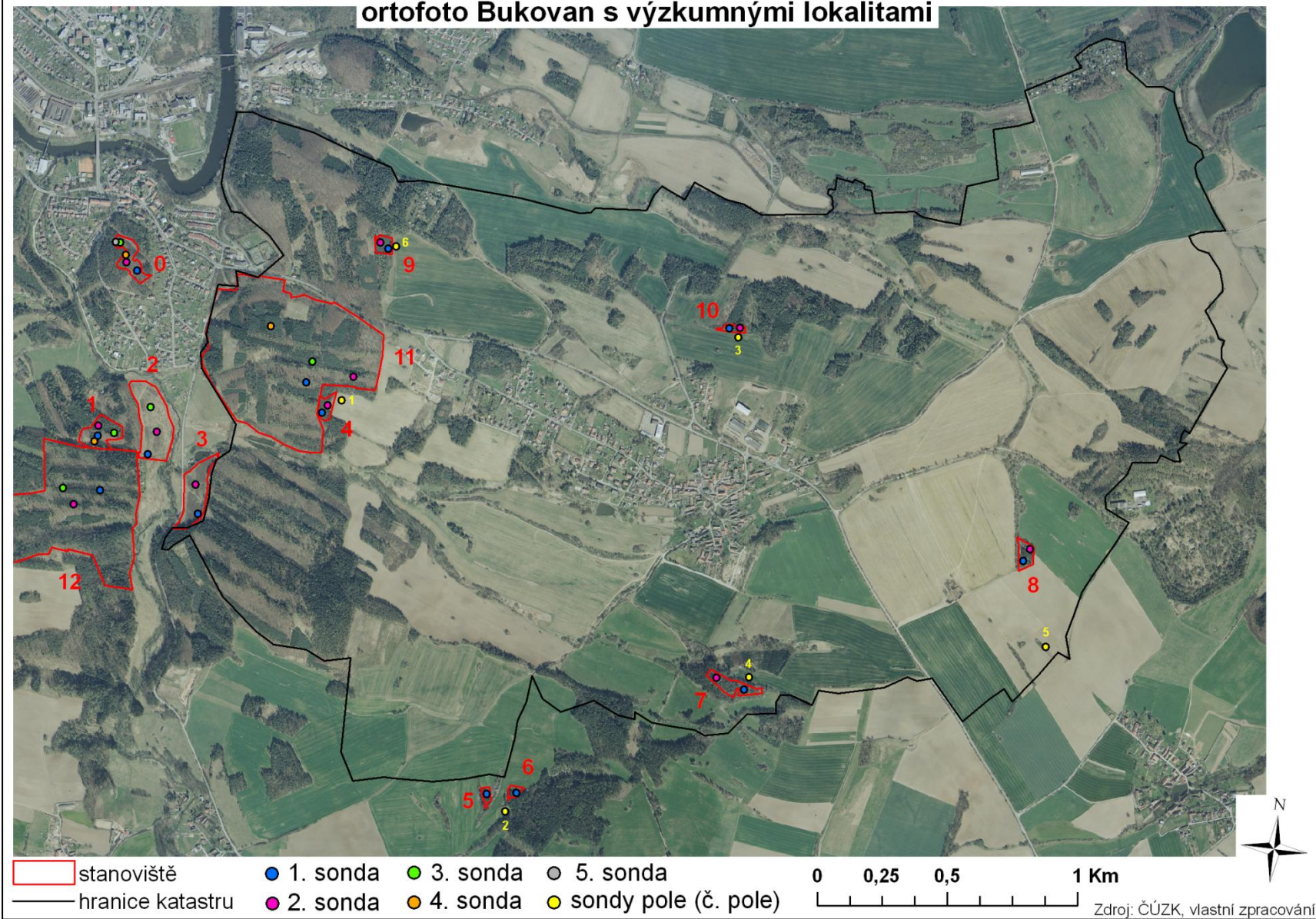
Ze všech těchto map jsme vytvořili přehledné tabulky stáří zkoumaných stanovišť č.17 a č.18.

Tab.č.17: Stanovení stáří zkoumaných stanovišť v oblasti Bukovany a okolí, kdy se přešlo ve využití lesa

mapování-rok/stanoviště	0*	1*	2*	3*	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Müllerovo mapování - 1720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NELES	NELES
1.vojenské - 1775	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	les
2.vojenské - 1850-51	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	les	les
3.vojenské - 1878	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	les	les
PK 1:2 880 - 1910	les	les	pole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK 1:2 880 - 1937	-	-	-	-	pole	-	-	pole	pole	pole	-	-	-
JEP 1:2 880 - 1952-64	-	les	pole	-	pole	-	-	les	pole	pole	-	-	-
evidence půdy 1:2 880 - 1964	-	les	pole	-	-	les	pastvina	les	-	pole	-	-	-
evidence půdy 1:2 880 - 1967	les	-	-	-	les	-	-	-	-	-	-	-	-
evidence půdy 1:2 880 - 1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	les	-	-
evidence půdy 1:2 880 - 1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	les	-	-
SMO 1:5 000 - 1953	les	les	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	pole	les	les
SMO 1:5 000 - 1961	les	les	pole	pole	les	les	les	les	pole	les	pole	les	les
SMO 1:5 000 - 1980	-	-	-	-	-	-	-	les	les	-	-	-	-
SMO 1:5 000 - 1981	les	les	pole	-	les	-	-	-	-	pole	-	les	-
SMO 1:5 000 - 1989	-	-	-	pole	-	les	pastvina	-	-	-	les	-	les
SMO 1:5 000 - 1991	les	les	pole	-	les	-	-	-	-	pole	-	les	-
SMO 1:5 000 - 1998	-	-	-	-	-	-	-	les	les	-	-	-	-
SMO 1:5 000 - 2001	les	les	zahrada	zahrada	les	les	pastvina	-	-	pole	les	les	les
TM 1:25 000 - 1954	les	les	pole	pole	les	pole	pole	pole	pole	pole	pole	les	les
TM 1:10 000 - 1960	les	les	pole	pole	les	pole	pole	les	les	pole	pole	les	les
ZM 1:10 000 - 1975	les	les	pole	pole	les	les	les	les	les	pole	pole	les	les
ZM 1:10 000 - 2004	les	les	louka	les	les	les	les	les	les	louka	les	les	les
aktuální stav v katastru ČÚZK/ skutečný stav v terénu 2009	les	les	pole / les - pionýrský	pole / les - pionýrský	les	les	les	les	les	les	les	les	les
výsledné staří stanoviště	100	100	15	15	55	45-50	45-50	50	50	8	25-30	160-235	235 a více

Vysvětlivky: * - stanoviště 0 a 1 – stáří 100 let určeno dle jiných kritérií (viz příloha č.2), stanoviště 2 a 3 – stáří 15 let dle ústního sdělení školitele, značka (-) značí, že pro toto stanoviště nebyl mapový list, u Müllerova mapování – nelze určit, zda-li tu bylo pole nebo louka, ale s velkou pravděpodobností ne les

ortofoto Bukovan s výzkumnými lokalitami



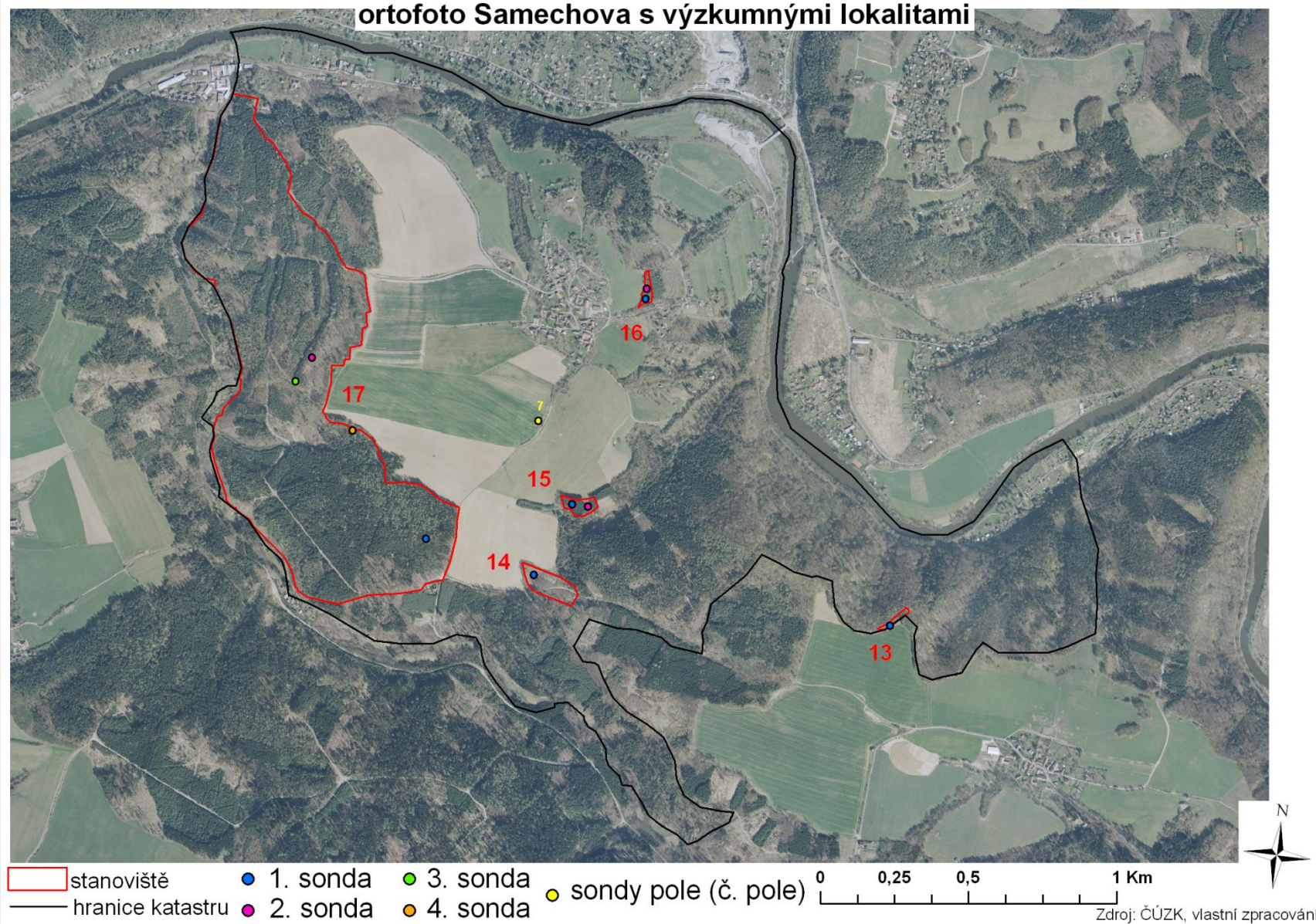
Tab.č.18: Stanovení stáří zkoumaných stanovišť v oblasti Samechova, kdy se přešlo ve využití lesa

mapování-rok/stanoviště	13*	14*	15	16	17
Müllerovo mapování - 1720	-	-	-	-	NELES
1.vojenské - 1775	pole	pole	pole	pole	les
2.vojenské - 1850-51	pole	pole	pole	pole	les
3.vojenské - 1878	pole	pole	pole	pole	les
PK 1:2 880 - 1937	les	les	pole	-	-
JEP 1:2 880 - 1952-64	les	les	pole - 127, pastvina - 131	pole	-
SMO 1:5 000 - 1951	-	-	-	pole	les
SMO 1:5 000 - 1952	les	les	pole	-	-
SMO 1:5 000 - 1961	-	-	-	pole	les
SMO 1:5 000 - 1964	-	les	pole	-	-
SMO 1:5 000 - 1965	les	-	-	-	-
SMO 1:5 000 - 1974	les	-	-	-	-
SMO 1:5 000 - 1976	-	les	les - 127, pole - 131	-	-
SMO 1:5 000 - 1981	les	-	-	-	-
SMO 1:5 000 - 1983	-	-	-	les	les
SMO 1:5 000 - 1984	-	-	-	les	les
SMO 1:5 000 - 1985	-	les	les	-	-
SMO 1:5 000 - 1987	les	-	-	-	-
SMO 1:5 000 - 1989	-	-	-	les	les
SMO 1:5 000 - 1993	les	-	-	-	-
SMO 1:5 000 - 1997	-	les	les	-	-
TM 1:25 000 - 1956	les	les	pole	pole	les
TM 1:10 000 - 1959	les/louka	les	pole – 127, louka - 131	pole	les
ZM 1:10 000 - 1975	-	-	-	pole	-
aktuální stav v katastru ČÚZK/ skutečný stav v terénu 2009	les	les	les	les	les
výsledné stáří stanoviště	100	100	35, 25	25	235 a více

Vysvětlivky: * - stanoviště 8 a 20 - stáří 100 let určeno dle jiných kritérií (viz příloha č.2),

značka (-) značí, že pro toto stanoviště nebyl mapový list, u Müllerova mapování – nelze určit, zda-li tu bylo pole nebo louka, ale s velkou pravděpodobností ne les

ortofoto Samechova s výzkumnými lokalitami



5.5 Výsledky půdních dat

5.5.1 Popis sond – viz příloha 1

Popis a charakteristika stanovišť a půdních sond zkoumaly vegetaci, sklon, expozici, barvu, mocnost humusu

V popisu sond jsou identifikovány následující diagnostické horizonty, dle NĚMEČEK *et al.* (2001):

Horizonty nadložního humusu, které obsahují > 20 – 30% organických látek

- horizont opadanky – L – Horizont opadanky je tvořen relativně čerstvým rostlinným opadem (jehličím, listím, větvičkami, kůrou, odumřelými částmi rostlin) bez známek zjevného rozkladu, takže je jeho původ snadno rozeznatelný.
- horizont drti (fermentační) – F – Horizont, který je tvořen částečně rozloženými organickými zbytky, jejichž původ je však většinou ještě rozeznatelný. Rozpoznatelné části převažují nad humifikovaným materiálem, jehož původ již nelze určit.
- horizont měli (humifikační) – H – Horizont měli je tvořen rostlinnými zbytky v silném stupni rozkladu, takže jejich struktura není většinou rozeznatelná. Podíl humifikovaného materiálu zřetelně převládá nad méně rozloženými zbytky. Rozpoznatelné části tvoří převážně zbytky kořenů.

Organominerální povrchové horizonty jsou povrchové minerální horizonty s biogenní, případně antropickou akumulací humifikovaných organických látek do obsahu 20 – 30%. Specifické humusové látky tvoří vazby s minerálními koloidy, množství nerozložených organických látek je většinou < 5%.

- humózní lesní – Ah – mocnost do 0,1 m, rychlý pokles humusu do hloubky
Pozn. v popisu a celé práci Ah horizont jako nově vzniklý horizont na Ap
- orniční - Ap – vytvořen orbou a běžnou kultivací

Podpovrchové horizonty jsou horizonty ležící pod horizonty biogenní akumulace organických látek. Pokud obsahují zvýšený obsah organických látek, tak se jedná o iluviované organické látky nebo vlastnosti substrátu.

Kambické (metamorfované) horizonty

- hnědý – Bv, rubifikovaný (železitý) – Br

Luvické, jílem obohacené horizonty

- hnědé povlaky – Bt

Substráty a horizonty či vrstvy níže sola

- vlastní půdotvorný substrát – C, rozpad pevné horniny – Cr, půdní sediment jako půdotvorný substrát – M

Počet stanovišť a půdních sond

V katastrálním území Bukovany bylo několik stanovišť vymezeno těsně za hranicí katastru. Celkově bylo v obou katastrálních územích vymezeno 18 výzkumných stanovišť a provedeno dohromady 43 sond v lese a 7 srovnávacích sond na orné půdě. V Bukovanech bylo vymezeno 13 stanovišť a provedeno 33 sond v lese a 6 na orné půdě, v Samechově to bylo 9 stanovišť s 10 sondami a 1 sondou z orné půdy.

Popis sond a fotografická dokumentace zobrazuje příloha č.1

Hlavní částí kapitoly je vyhodnocení výsledků dat naměřených v terénu a laboratoři na plochách sledovaných stanovišť, které dříve byly využívány jako pole a nyní jsou využívány jako les. Doba trvání využití jako lesní plocha od využití plochy jako pole (orná půda) má různý časový horizont (8, 15, 25, 30, 45, 50, 100, 160, 235 let).

Stanoviště do 100 let řadíme do tzv. sekundárního lesa, který definuje KOPECKÝ (2006) jako lesní porosty, které vznikly relativně nedávno na místech dříve zemědělsky využívaných. Tyto lesy tvoří výraznou část plochy současných lesů. Většina těchto porostů byla v našich zemích uměle založena během 19. a 20. století, ale jejich zakládání na bývalé zemědělské půdě pokračuje dodnes.

Dále bylo vymezeno 11 sond v tzv. kontinuálním lese, kterým jsou označovány porosty, které nebyly nikdy během několika posledních staletí obhospodařovány jinak než jako lesy a neprošly proto delším obdobím celkového odlesnění. KOPECKÝ (2006) uvádí, že při identifikaci kontinuálních lesů jsou zpravidla využívány nejrozličnější historické prameny. Nejčastěji využívaným zdrojem informací jsou historické mapy zachycující způsoby hospodaření na jednotlivých pozemcích. Kritériem pro identifikaci kontinuálních lesů je přítomnost těchto porostů na nejstarší dostupné mapě a na všech následujících mapách v dostatečně podrobném měřítku. Ve většině regionů ČR jsou pro tento účel dostupné nejstarší použitelné mapy 1. vojenského mapování, které vznikly v 2. polovině 18. století (1764–1767) (KOPECKÝ 2006).

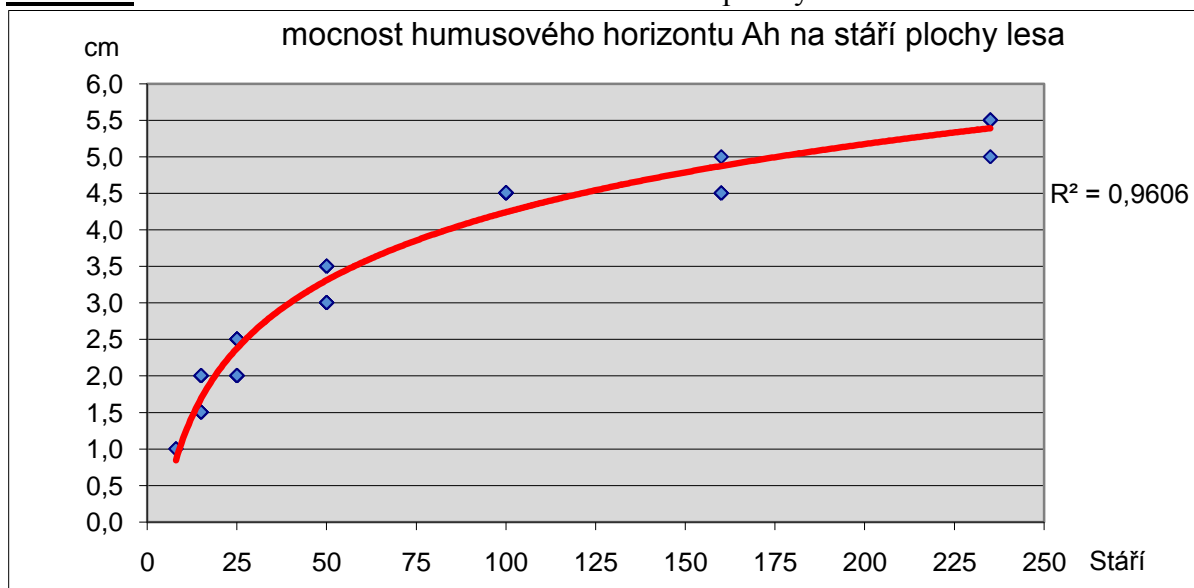
5.5.2 Vyhodnocení mocnosti humusového horizontu Ah a barvy v půdním profilu

Vyhodnocení mocnosti humusového horizontu Ah

Následující graf č. 6 zobrazuje závislost mocnosti humusového horizontu (Ah) na stáří plochy lesa. Přesnost měření se pohybuje 0,5 cm, protože je velmi obtížné určit přesnou hranici, kde horizont začíná a ještě obtížněji se určuje konečná hranice horizontu. Často se horizont špatně určoval kvůli špatným světelným podmínkám přímo v terénu a jeho mocnost byla lépe určena až z pořízených fotografických snímků. Přesto je z grafu čitelný trend rychlého nárůstu během prvních 50 let a poté jeho snížení. Je to pravděpodobně zapříčiněno rychlou masivní a početnou kolonizací půdních organismů a bakterií, které rozkládají biologický materiál, který se poté ukládá a také mnohem vyšším objemem biomasy, která do ekosystému vstupuje na počátku, zejména v podobě travinné vegetace a početného zástupu bylinného patra. S poklesem rychlosti nárůstu mocnosti Ah je spojena postupná snižující se početnost a činnost těchto organismů a bakterií v důsledku poklesu živin a půdní reakce (pH) a také snížení objemu biomasy.

Znatelný pokles nárůstu nastává okolo 100 let stáří stanoviště. Od tohoto stáří dále roste mocnost Ah velice málo.

Graf č.12: Mocnost humusového horizontu Ah na stáří plochy



Pozn. počet sond/stáří: 2 sondy (8let), 5 sond (15 let), 6 sond (25 let), 8 sond (50 let), 11 sond (100 let), 4 sondy (160 let), 7 sond (235), jednotlivé mocnosti a fotosnímky viz. kapitola popis sond
počet sond nešlo přesně zobrazit v grafu, jelikož přesnost byla odhadnuta na 0,5 cm

Na většině lokalitách byla hodnocena forma humusu (viz obr.č.27) jako forma moder, tj. bez přítomnosti horizontu měli (H). Z popisu sond (viz. příloha č.2) vyplývá, že do stáří

přibližně 20 let se vyskytuje pravděpodobně horizont mull, ale má velmi tenký horizont A (2,5 cm). Nevyskytoval se zde zřetelný horizont drti (F). U stanoviště č. 16 stáří 25 let v oblasti Samechova jde o obtížně identifikovatelný horizont F s max. mocností 1 – 1,5 cm, což je pravděpodobně přibližná hranice mezi formami mull – moder.

Forma mull se tvoří pod lesními porosty, ve kterých se rychle rozkládá opad s dobrým provzdušněním. KLIMO (1996) uvádí významný výskyt přízemní bylinné vegetace, který napomáhá provzdušnění opadu svou nadzemní částí i provzdušnění půdy kořenovým systémem a která rovněž poskytuje zpravidla dobře rozložitelné organické zbytky. U této humusové formy dále autor uvádí průběh rychlého procesu částečné mineralizace a mineralizace na konečné jednoduché stavební látky.

Forma moder viditelně definovaná horizontem mĕli (F) a bez přítomnosti horizontu drti (H) se vyskytovala v našich lokalitách ve stáří 30 – 100 let.

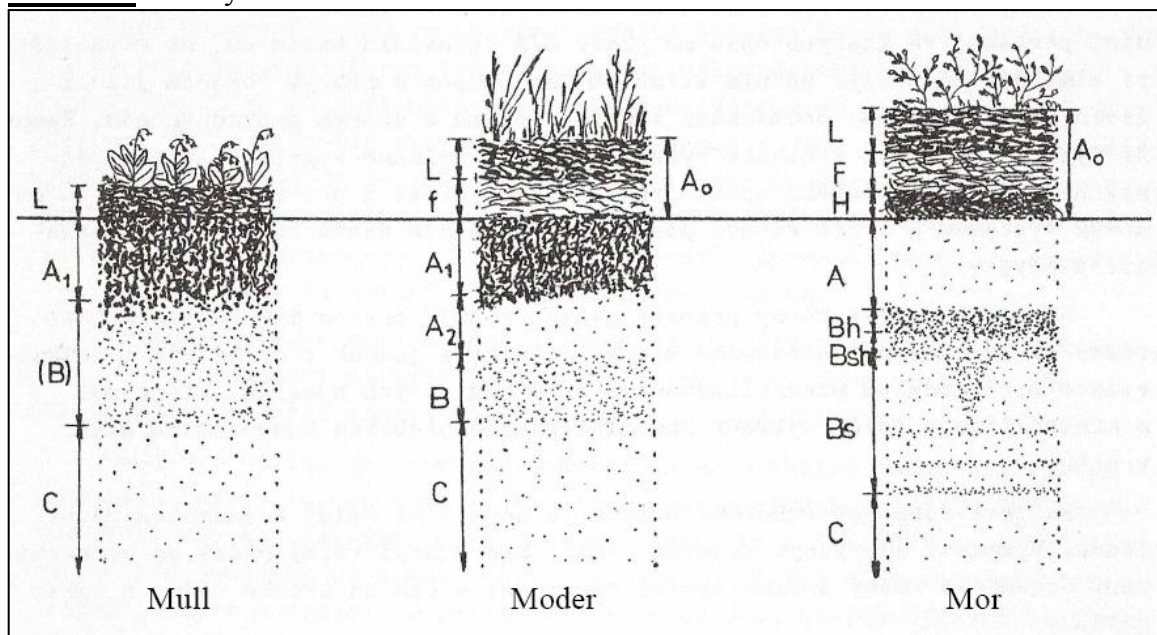
KLIMO (1996) tuto formu definuje jako formu, kde probíhá významná, ale ne úplná mineralizace a humifikace organických zbytků. Dosti významnou roli zde hrají stanovištní podmínky jako vlhkost a provzdušněnost opadové vrstvy.

Jako nejméně příznivou formu nadložního humusu, která zpomaluje koloběh živin mezi lesním porostem a půdním prostředím, uvádí KLIMO (1996) formu mor.

Tato humusová formace je podmíněna silným hromaděním organických zbytků na půdním povrchu a to pod rostlinnými společenstvy s nepříznivým rozkladem opadu, kdy probíhají značně omezené procesy mineralizace i humifikace organických zbytků. Podmínky tvorby surového humusu jsou současně nepříznivé pro rozvoj mikrobiálních populací a zbytky rostlin jsou jenom pomalu konzumovány půdní faunou.

V námi studovaných sondách se nacházel mor charakterizovaný horizontem drti (H) pod jehličnatou monokulturou u stáří stanoviště 160 let a dále ve smíšeném porostu na stanovištích stáří 235 let.

Obr. č.27: Formy nadložního humusu



Zdroj: KLIMO (1996), Vysvětlivky: L = horizont opadanky, f nebo F = horizont drti, H = horizont měli

Vyhodnocení barvy

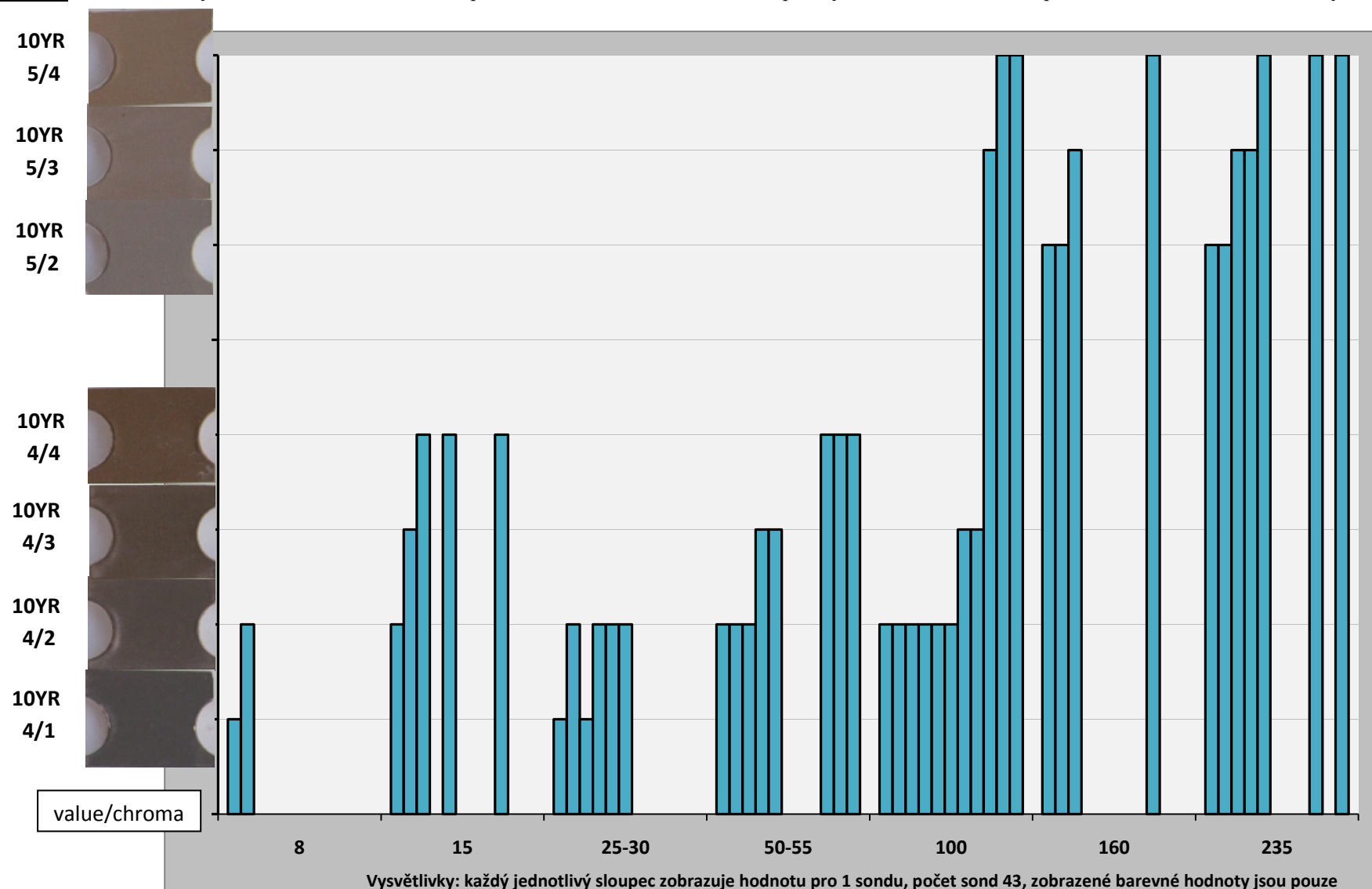
Barva byla hodnocena z hloubek 3-5 cm, 12-15 cm a 35-40 cm. Nás především zajímala barva v hloubce 12-15 cm a její vývoj vzhledem ke stáří plochy. Hloubka 12-15 cm byla zvolena jako hloubka, která prošla zemědělskou kultivací. Všechny 7 sond na orné půdě vykazovalo barvu v této hloubce 10YR 4/2. Snažili jsme se zjistit, jak dlouho tato barva a její případné oscilace (kolem 10YR 4/1 až 4/4 10YR 4/4) přetrvávají v profilu vzhledem ke stáří ukončení zemědělské kultivace a tím indikovat pomocí znaku barvy přítomnost bývalého orničního horizontu (Ap). Vyhodnocení barvy v hloubce 12-15 cm uvádí graf č.13.

Z výsledků grafu vyplývá vysoká pravděpodobnost mizení Ap horizontu kolem 100-160 let od doby skončení kultivační činnosti. Tento názor je podpořen odlišnými barvami 10YR 5/2, 10YR 5/3 a 10YR 5/4 vyskytující se na stanovišti stáří 160 let a potvrzenými 7 hodnotami na stanovištích stáří 235 let. Tyto barvy pravděpodobně vykazují nižší hodnoty organických látek, které byly u předchozích barevných hodnot.

Hloubka 3-5 cm vykazovala převážně barvy určené z Munsellových tabulek (Munsell charts), a to hodnot 10YR 3/1 u 7 sond, 10YR 3/2 u 15 sond a 10YR 3/3 u 14 sond z celkových 43 sond v lese. U sond z orné půdy byla hodnota barvy 4/2, která převládala v oscilaci i v lese stáří 15 let.

Určování barvy bylo v terénu i přes velmi dobré Munsellovy tabulky velice obtížné. Bylo ovlivňováno zastíněním a osluněním a někdy velice ztíženou přesnou identifikací. Proto by bylo vhodné pro lepší identifikaci rozdílů pro takovéto horizonty určit také hodnoty po vysušení.

Graf č.13: Přetrvávání bývalého orničního horizontu Ap v hloubce 12-15 cm v rámci stáří plochy na základě barevného porovnání dle hodnot Munsellovy tabulky



5.5.3 Vyhodnocení půdní reakce (pH) aktivní a výměnné

Výkop sond a odběr půdních vzorků probíhal na stanovištích v Bukovanech č.0 (3 sondy), č.1 (2 sondy), č.2 (2 sondy), č.3 (2 sondy), č.4 (2 sondy), č.5 (1 sonda), č.6 (2 sondy), č.11 (1 sonda), č. 12 (1 sonda), pole č.1 a č.2 a v Samechově č.13 (1 sonda) v období 27.července – 1 srpna 2009. Dohromady 19 sond.

Na stanovištích v Bukovanech č.0 (2 sondy), č.1 (2 sondy), č.2 (1 sonda), č.7 (2 sondy), č.8 (2 sondy), č.9 (2 sondy), č.10 (2 sondy), č. 11 (3 sondy), č.12 (2 sondy), pole č.3, č.4, č.5, č.6 a dále v Samechově na stanovištích č.14 (1 sonda), č.15 (2 sondy), č.16 (2 sondy), č.17 (4 sondy) a pole č.7 byl proveden výkop mezi 2. říjnem - 7. listopad 2009. Dohromady 31 sond.

Na našich výzkumných stanovištích dominoval v Bukovanech substrát amfibol-biotitový granodiorit až tonalit a v Samechově amfibolická fylitická břidlice, metamorfovaný bazalt a amfibolický porfyr. CIENCIALA, HRUŠKA (2001 in FÉR 2006) uvádí půdní typ kambizem dystrická, vyskytující se na našich územích, jako citlivý půdní typ vůči acidifikaci. Substrát v území Bukovany charakterizují jako velmi citlivý pro acidifikace vůči substrátu v území Samechova, pro který uvádějí spíše kategorie citlivý substrát vůči acidifikaci.

Výsledky

U provedených sond v lese se vyskytovaly dřeviny lípa (*Tilia*), javor (*Acer*), buk (*Fagus*), dub (*Quercus*), habr (*Carpinus*), bříza (*Betula*), jasan (*Fraxinus*), borovice (*Pinus*), smrk ztepilý (*Picea abies*), jedle (*Abies alba*), jilm (*Ulmus*), modřín (*Larix*), třešeň ptačí (*Prunus avium*) a Olše šedá (*Alnus glutinosa*).

Kyseliny obsažené v půdním roztoku nejsou v konstantním stavu a jejich poměr se může v čase měnit. Změny aktuální acidity mohou být krátkodobé a rychlé, proto je nutno přihlížet také k půdní reakci výměnné.

Při stanovení výměnné půdní reakce, nazývané též potenciální, se stanoví pH v suspenzi půdy a roztoku soli. Používá se roztok KCl nebo CaCl₂. Působením roztoku soli se zmenšuje vliv proměnlivé koncentrace elektrolytu a měření je méně závislé na poměru roztoku a půdy. Její variabilita je v čase menší a měřené hodnoty stabilnější (TOMÁŠEK 2003).

Tab. č.19: Těsnost vztahu porovnávaných veličin - regresní koeficient R^2

$r > 0,9$	velmi těsný vztah, velmi vysoký stupeň vázanosti mezi proměnnými
$0,7 < r < 0,9$	vysoký stupeň těsnosti vztahu
$0,5 < r < 0,7$	význačná těsnost vztahu
$0,3 < r < 0,5$	mírný stupeň těsnosti vztahu
$r < 0,3$	nízký stupeň těsnosti vztahu

Zdroj: NOSEK (1972)

Hodnocení pH dle kategorizace se v mnoha pramenech různí. My jsme použili pro pH H_2O a KCl našich hodnot tabulky z metodiky SUCHARA (2007). Mimo jiné také proto, jelikož jsme použili jinou koncentraci KCl u výměnné reakce a to 0,1 Mol z metodiky SUCHARA (2007). Půdní reakce (pH) hodnotíme dle tabulky z uvedené metodiky a to takto:

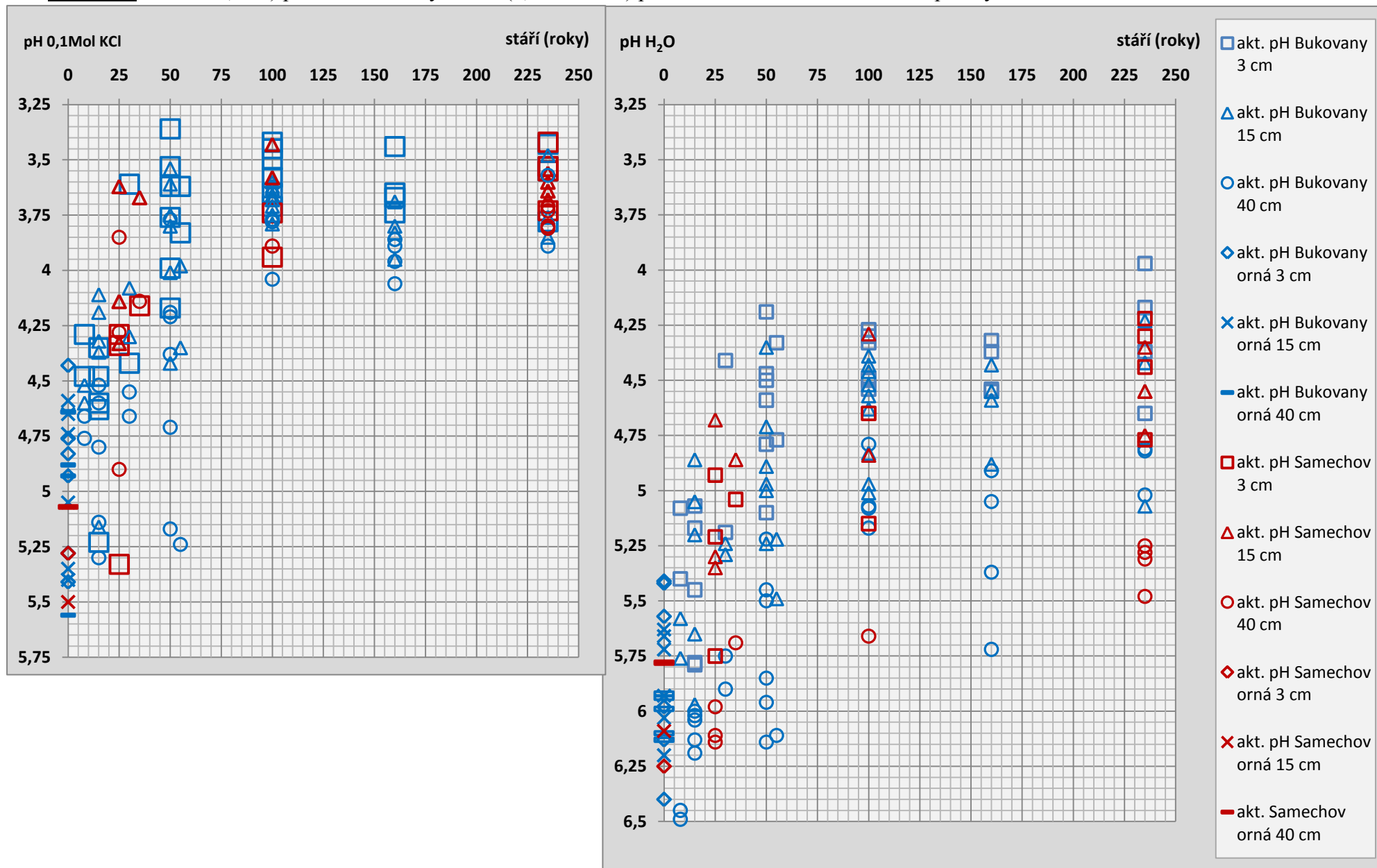
Tab. č.20: Kategorie pH

Aktivní půdní reakce (pH pH_2O)		Výměnná půdní reakce (pH KCl)	
silně kyselá	< 4,9	silně kyselá	< 4,5
kyselá	4,9 – 5,9	kyselá	4,5 – 5,5
slabě kyselá	6,0 – 6,9	slabě kyselá	5,6 – 6,5

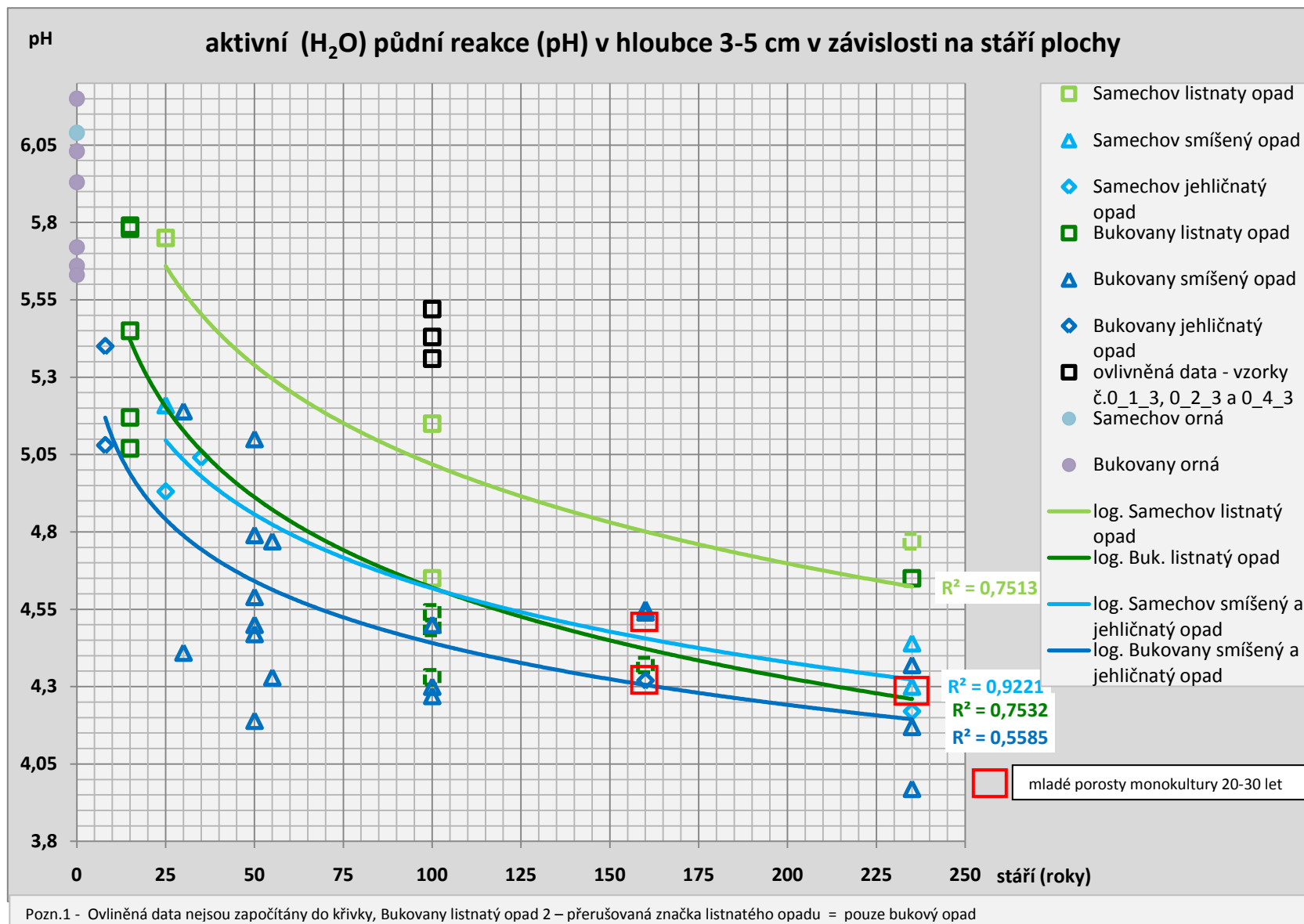
Zdroj: SUCHARA (2007)

Výsledky pH H_2O a pH 0,1Mol KCl shrnují grafy č.8, č.9, č.10, č.11, č.12, č.13, č.14

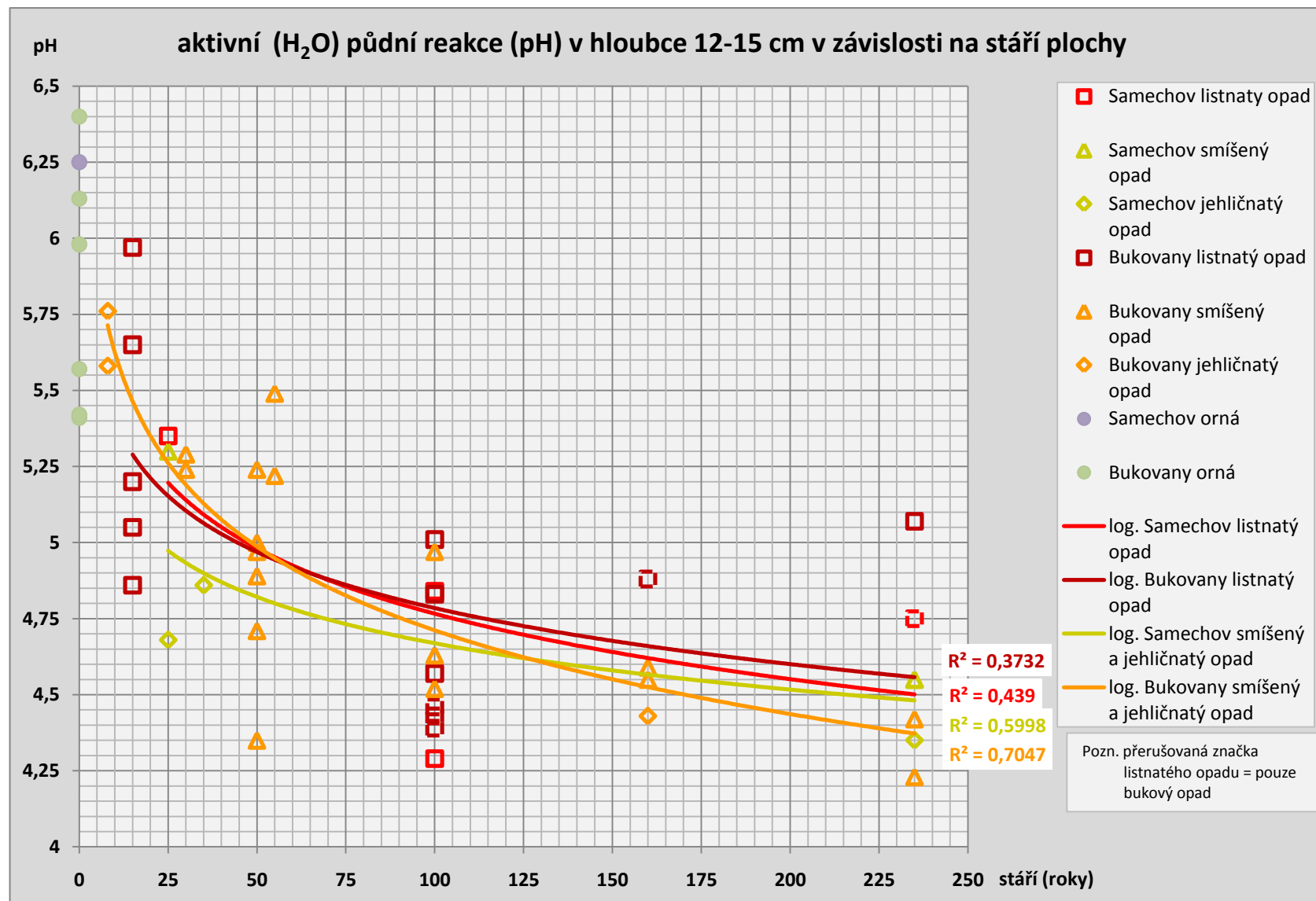
Graf č.14: Aktivní (H_2O) půdní reakce a výměnná (0,1 Mol KCl) půdní reakce v závislosti na stáří plochy



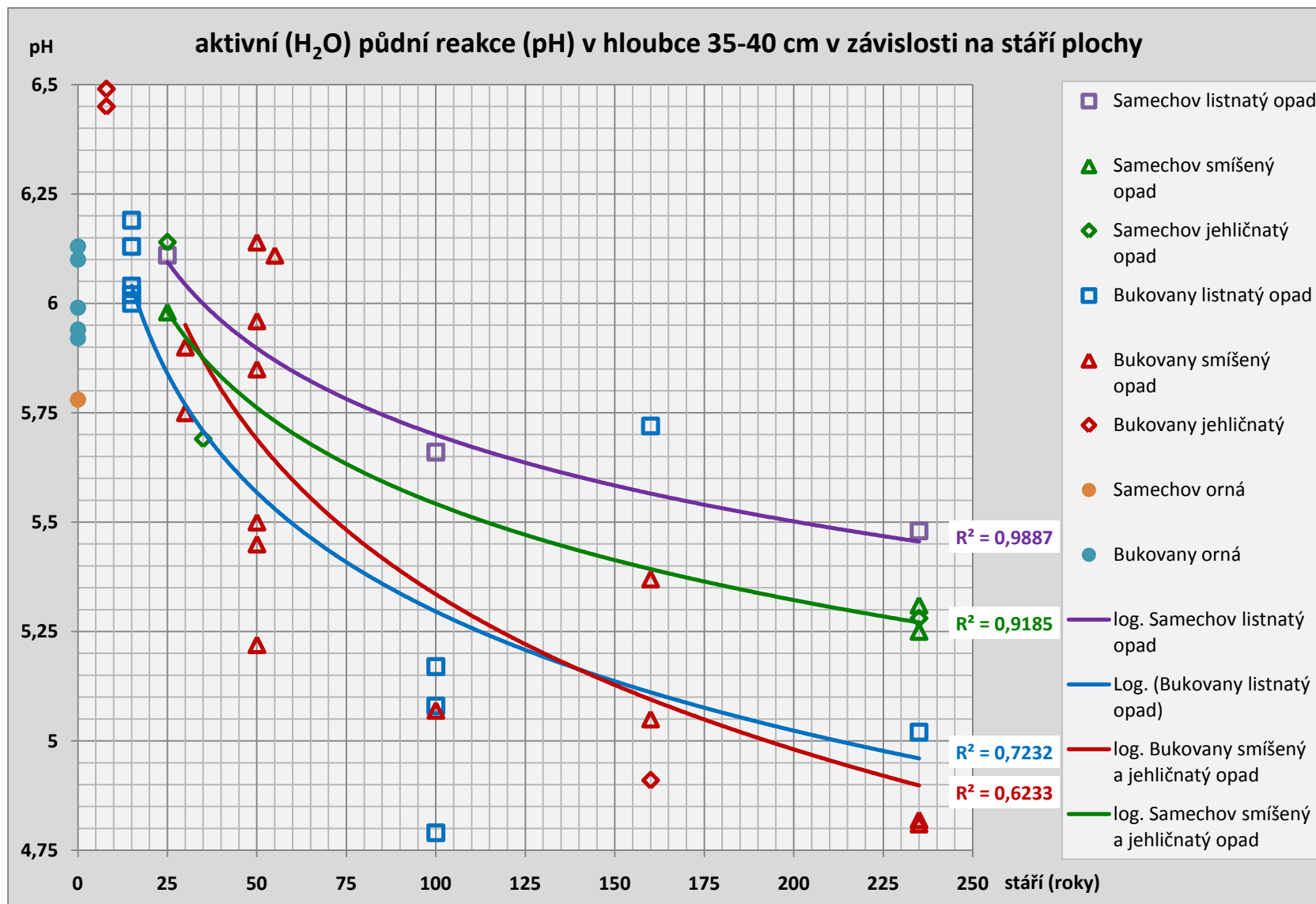
Graf
č.15:



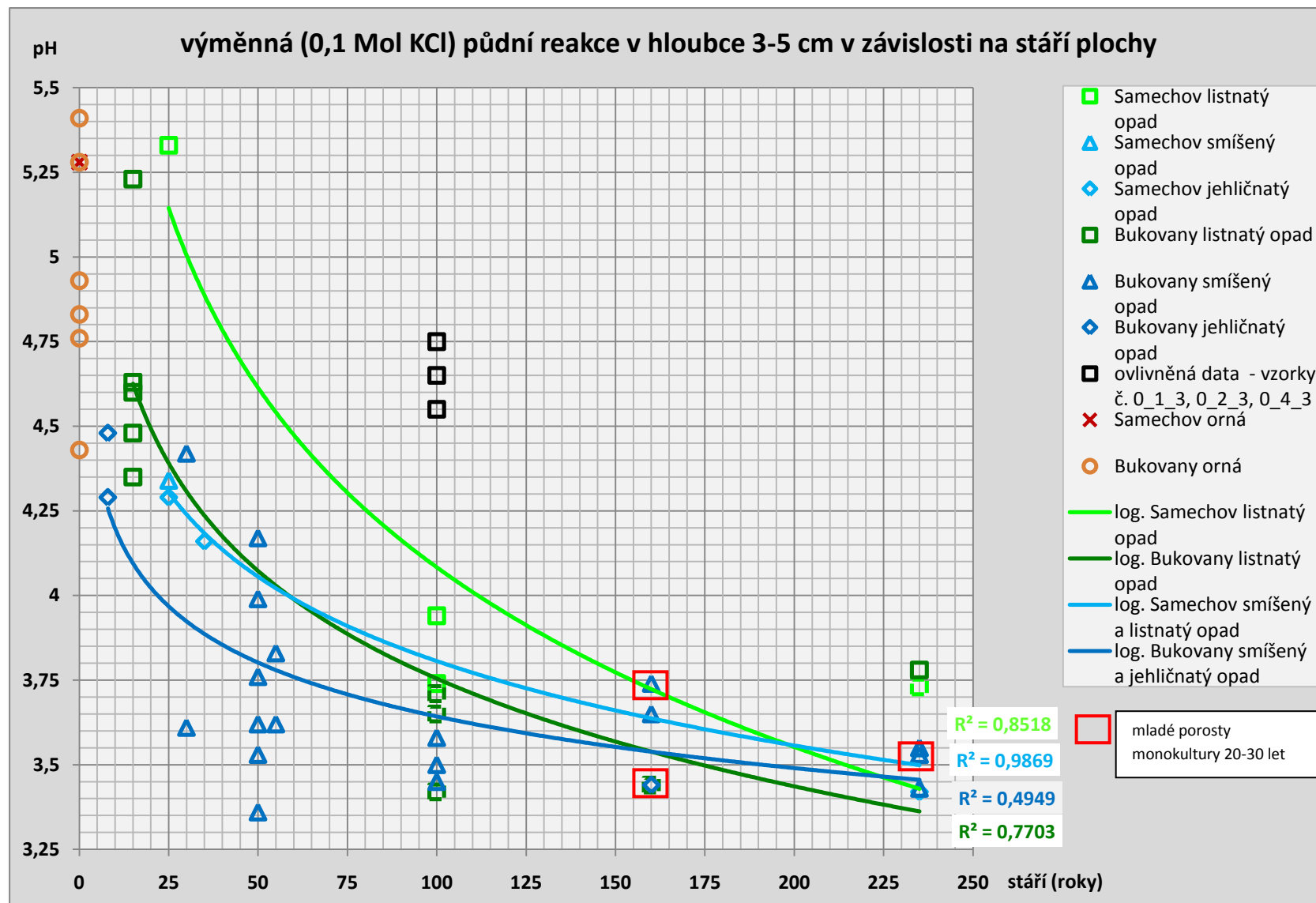
Graf. č.16



Graf č.17

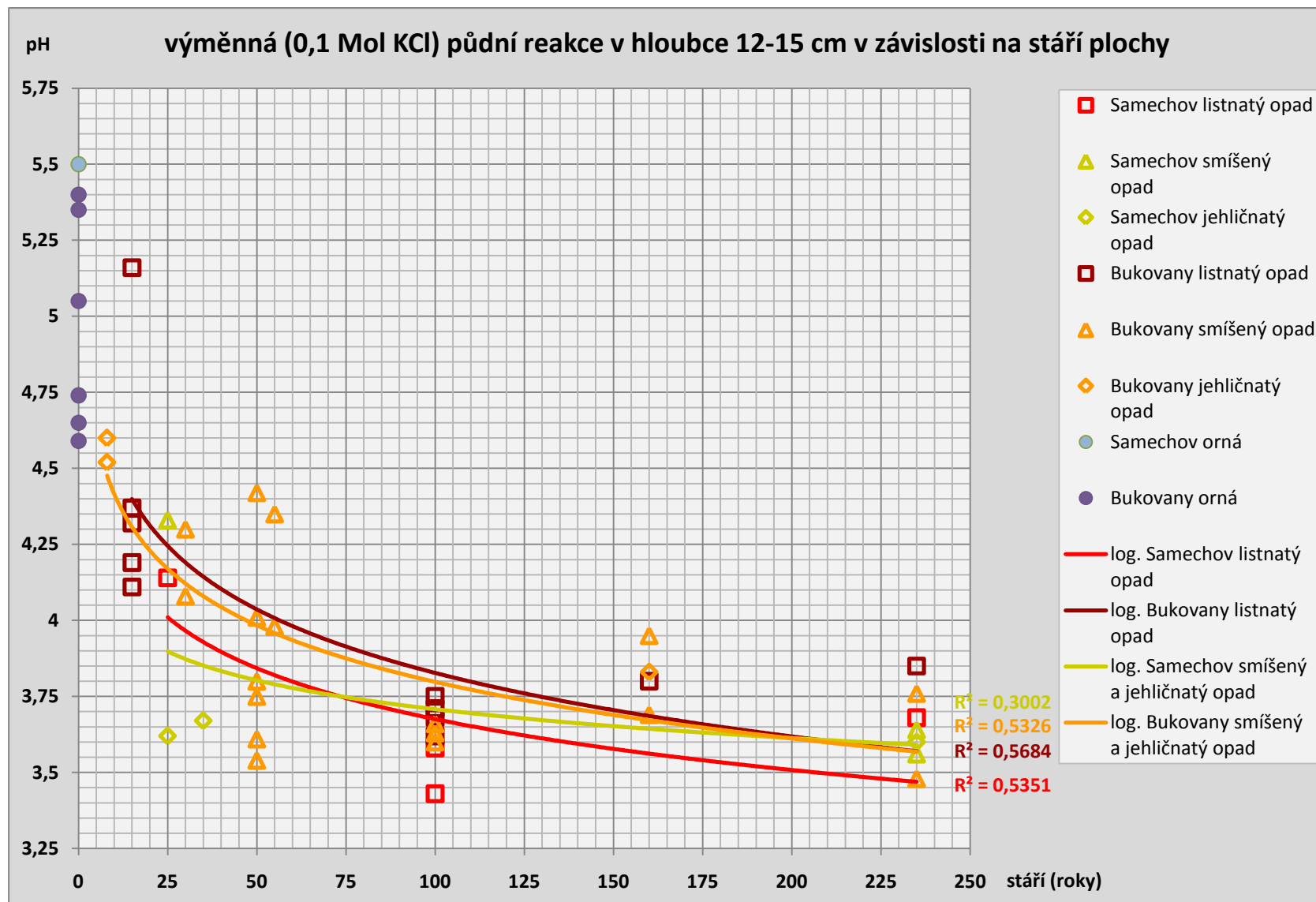


Graf č.18

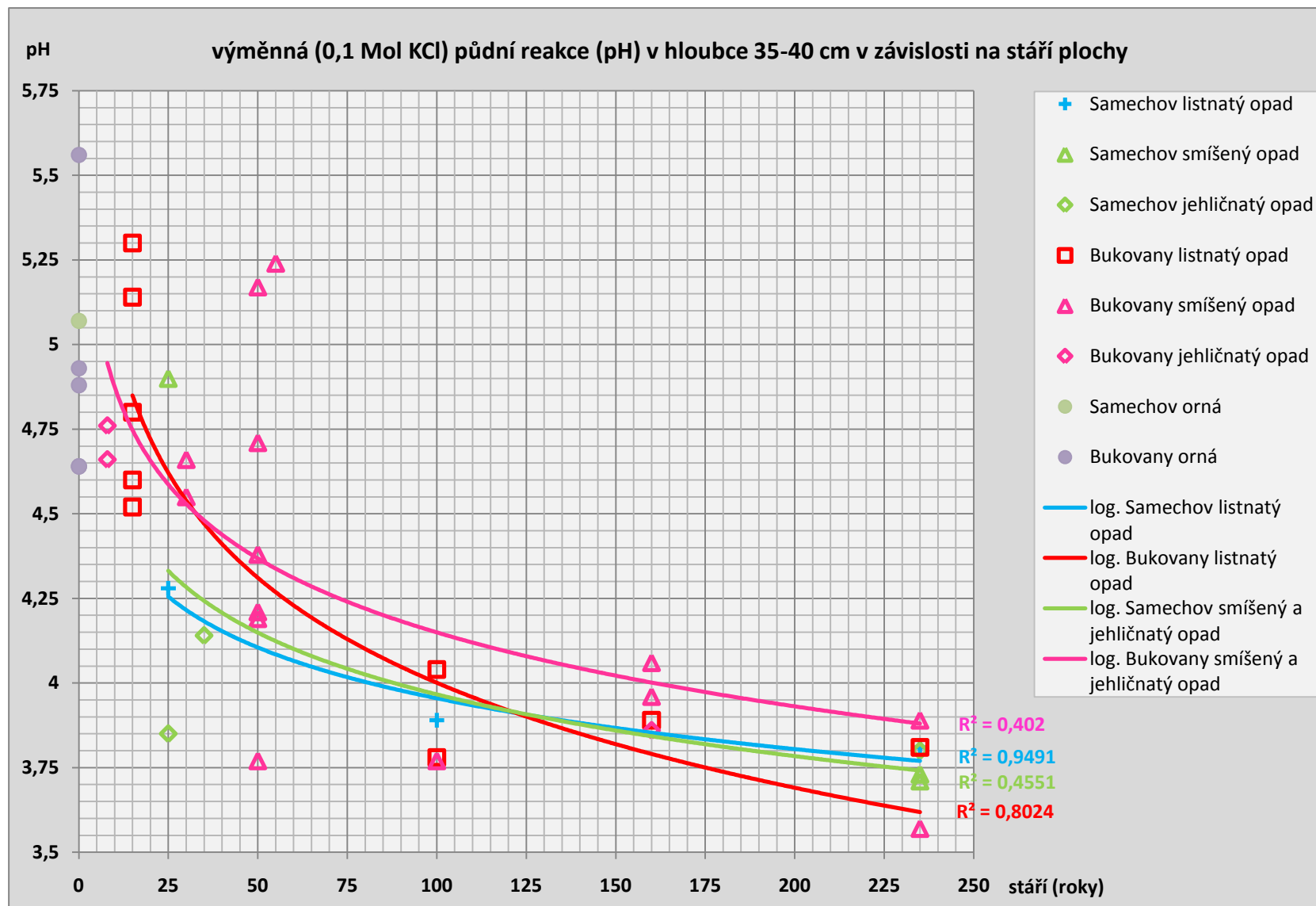


Pozn.1 - Ovlivněná data nejsou započítány do křivky, Bukovany listnatý opad 2 – přerušovaná značka listnatého opadu = pouze bukový opad

Graf č.19



Graf č.20



Z grafů vyplývá celkový pokles pH vyjádřený logaritmickou křivkou. Pokles je zapříčiněn jednak přeměnou stanoviště v les různého porostu, který je charakteristický pomalejším návratem živin zpět do půdy oproti orné zemědělské půdě, která je charakteristická rychlejším návratem živin v důsledku pravidelného narušování a provzdušňování orbou. Po stáří 100 let, které jsme zvolili jako dobu obmýtí, může mít vliv také těžba. V našich lokalitách je pozorována malá prořezávka a probírka, nepřesahující 25 cm. Avšak u stáří stanoviště 160 let nacházíme i pařezy s průměrem více jak 50 cm.

Celkově je znatelný pokles pH na úroveň hodnot pH lesů 100 let a starších patrný již na 50letých stanovištích.

Významnou anomálii v našich datech tvoří pH v hloubce 3 cm u sond 0-1,0-2 a 0-3 stanovišť se stářím 100 let. Důvodem zvýšené reakce předpokládáme v přísunu bazických kationtů v důsledku rozkladu látek na ně bohatých. V našem případě to je pravděpodobně exkrement domácích zvířat (slepice), který zde mohly před nějakou dobou zvířata zanechat a v důsledku něhož je zde zvýšená půdní reakce a to značně oproti hloubce 15cm. Rozdíl je u těchto sond +0,7 ph, proto nejsou započítány do křivky u grafu č.15 a č.18.

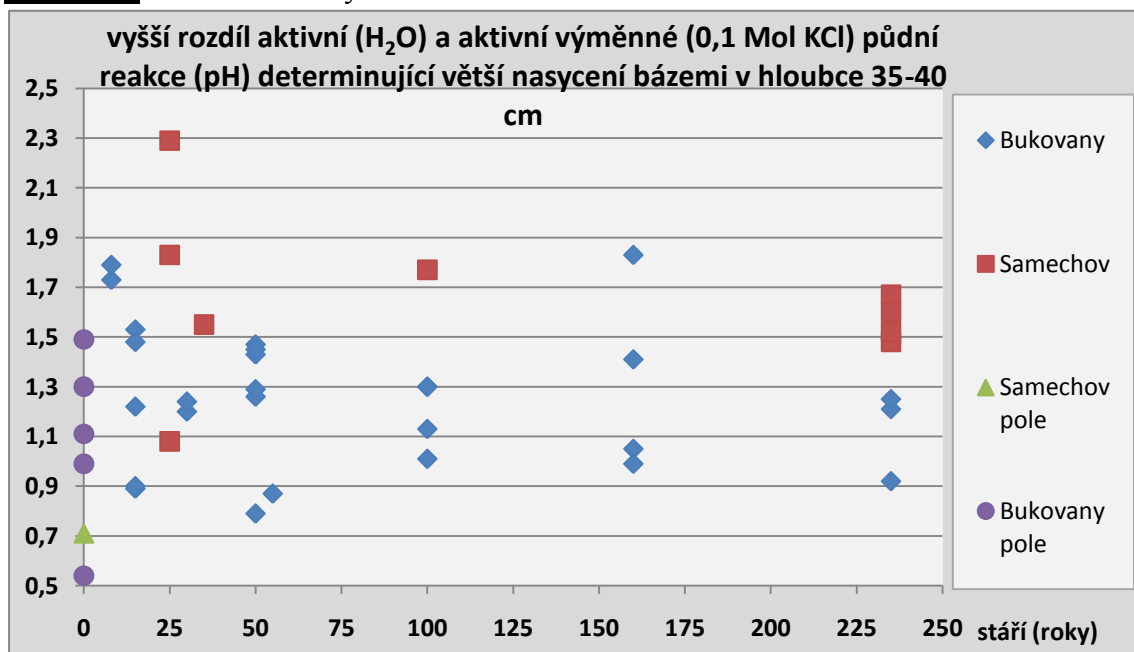
V grafu č. 20 pro výměnné pH je patrný celkový pokles křivek Samechova o 0,25 pH oproti křivkám Bukovan. Nižší výměnné pH indikuje náchylnost substrátu na okyselení díky vyšší koncentraci H^+ iontů. Kyselost vede obecně k rozrušování horniny a z ní uvolňovaných prvků. Důležitým zjištěním je naopak u grafu č.17 aktivní reakce pH v hloubce 35-40 cm zjištění, že křivky pro Samechov jsou vyšší přibližně o 0,2 pH než křivky Bukovan. To může indikovat vyšší zastoupení bází u dominantního substrátu „amfibolická fylitická břidlice, metamorfovaný bazalt a amfibolický porfyr“ v Samechově oproti dominantnímu substrátu „amfibol-biotitový granodiorit až tonalit“ v Bukovanech. Celkový dojem z hodnot grafů č. 20 a č. 17 nám kazí vysoká rozkolísanost hodnot u stanovišť stáří 50 v Bukovanech. Domněnku o vyšší nasycenosti bázemi v hloubce 35-40 cm v Samechově oproti hloubce v Bukovanech jsme se snažili dokázat porovnáním rozdílu aktivního a výměnného pH pro uvedená území v této hloubce. SUCHARA (2007) uvádí, že velikost rozdílu pH aktivní a výměnné reakce orientačně informuje o stupni nenасыcenosti půdního sorpčního komplexu. Tedy čím vyšší rozdíl koncentrace H^+ iontů, tím vyšší nasycení bázemi. Tato domněnka se nám potvrdila (viz graf.č.21). Můžeme tedy předpokládat, že fylitická břidlice zvětrává lépe než granodiorit a tím uvolňuje více prvků. Tímto můžeme tvrdit, že výrazně vyšší aktivní pH má křivka Samechova v hloubce 3 cm s listnatým opadem (viz graf č. 15). Vyšší nasyceností bázemi využívají kořeny stromů. Tyto báze se zpět do půdy dostávají přes proces rozkladu opadu. Toto zjištění je velmi důležité, jelikož dle Atlasu podnebí Česka (2007) vykazuje Samechov nižší hodnoty průměrné roční teploty 7 – 8 °C oproti Bukovanům, které leží v oblasti 8 – 9 °C. Přestože by

v Samechově mělo docházet vzhledem k chladnějšímu klimatu k pomalejšímu rozkladu organické hmoty a tím ke zpomalení návratu bází, jehož důsledkem by bylo vyšší okyselování nežli v Bukovanech, k tomuto výsledku jsme však nedospěli. Vzhledem k uvedenému substrátu je tomu pravděpodobně naopak. Zajímavé je, že křivka smíšených porostů v Samechově v hloubce 3 cm (viz.graf č.8) kopíruje křivku listnatého opadu v Bukovanech, k čemuž by za normálních okolností pravděpodobně nedošlo. Důležité je také zmínit, že obě oblasti mají stejný průměrný roční úhrn srážek, a to 650 mm. CIENCIALA, HRUŠKA (2001) tuto hodnotu srážek řadí do kategorie málo citlivé vůči acidifikaci.

Pro hloubku 15 cm není příliš pozorovaný rozdíl v rámci uvedených oblastí a křivky se navzájem kopírují. Regresní koeficient se pohybuje od 0,3 do 0,7 (viz. graf č.9 a č. 13), což značí mírný stupeň těsnosti vztahu až význačnou těsnost vztahu. Rozptyl je zapříčiněný zejména nehomogenitami v půdním profilu. Rozmezí těchto hodnot by se s velkou pravděpodobností snížilo vyšším počtem provedených sond.

Nejlépe hodnoty koeficientů vycházejí u grafu č. 8, kde začínají na hodnotách 0,56 a značí velmi význačnou těsnost vztahu. V tomto grafu je dále velmi dobře patrný vliv kyselého opadu jehličnatých monokultur na hodnotu aktivního pH, které jsou vždy nižší než u monokultury buku. Jiná listnatá stanoviště jsou charakteristická výrazně vyšším aktivním pH než tomu je u bukových monokultur. V grafu č.1 jsou také viditelné hodnoty smíšených a jehličnatých porostů zejména u Bukovan, které se blíží kritické hraniční hodnotě pH 4,2, která spouští uvolňování toxického hliníku.

Graf. č.21: Orientační nasycení bázemi v hloubce 35-40 cm



5.5.4 Vyhodnocení podílu půdní organické hmoty (SOM)

Z grafu č.22 a č.23 je patrný pokles půdní organické hmoty (SOM) v 15 cm a 40 cm. Tento pokles je velice pomalý a dochází zde k velmi pomalé mineralizaci. U hodnot v 15 cm pro pole jsou hodnoty pravděpodobně kvůli pravidelně dodávaným hnojivům vyšší. Po přeměně v les dochází k poklesu, což je pravděpodobně zapříčiněno vyšším provzdušněním kořeny (zejména) stromů. Svou roli může hrát i snížená aktivita organismů, které do těchto hloubek přináší organickou hmotu. V území Samechova jsou hodnoty v 15 i 40 cm vyšší, což přisuzujeme klimatu, které díky nižším teplotám zabraňuje vyšší mineralizaci jako v případě Bukovan. Významným dílem se podílí na zadržování organické hmoty také zrnitostní frakce (viz. graf č.18). Hodnoty v hloubce 40 cm jsou u písčité frakce o 0,5 % nižší oproti hlinité až jílovitohlinité frakci. Vliv frakce je s velkou pravděpodobností také důvodem nižšího podílu SOM u hodnoty pole Samechov oproti vyšším hodnotám v lese. V Samechově je dominantním substrátem amfibolitická fylitická břidlice, metamorfovaný bazalt a amfibolický porfyr.

PETRÁNEK (1993) definuje jílovou břidlici jako usazenou horninu převážně složenou z jílových minerálů nemetamorfne rekrystalizovaných, často obsahující blány organických látek nebo jemně laminované. Destičkovitý až tenkolupenný rozpad bývá vyvolán především navětráním. Jílová břidlice je středním členem řady jíl - jílovec - jílová břidlice - **fylitická břidlice** - fylit.

Klima s nižšími teplotami, které jsou důležité pro rozkladné procesy, a pravděpodobně i zrnitostní frakce, hrají roli u vyšších hodnot v grafu č.23 pro hodnoty Samechova v hloubce 3 cm. Hloubka 3 cm je u obou území definována v humusovém lesním horizontu Ah, kde probíhá převážná část rozkladných procesů. Mineralizace a s tím spojené snižování SOM je urychlována vyššími půdními teplotami a aktivitou půdních organismů. V hloubce 3 cm jsou hodnoty nižší u Bukovan, kde je teplejší klima než v území Samechova.

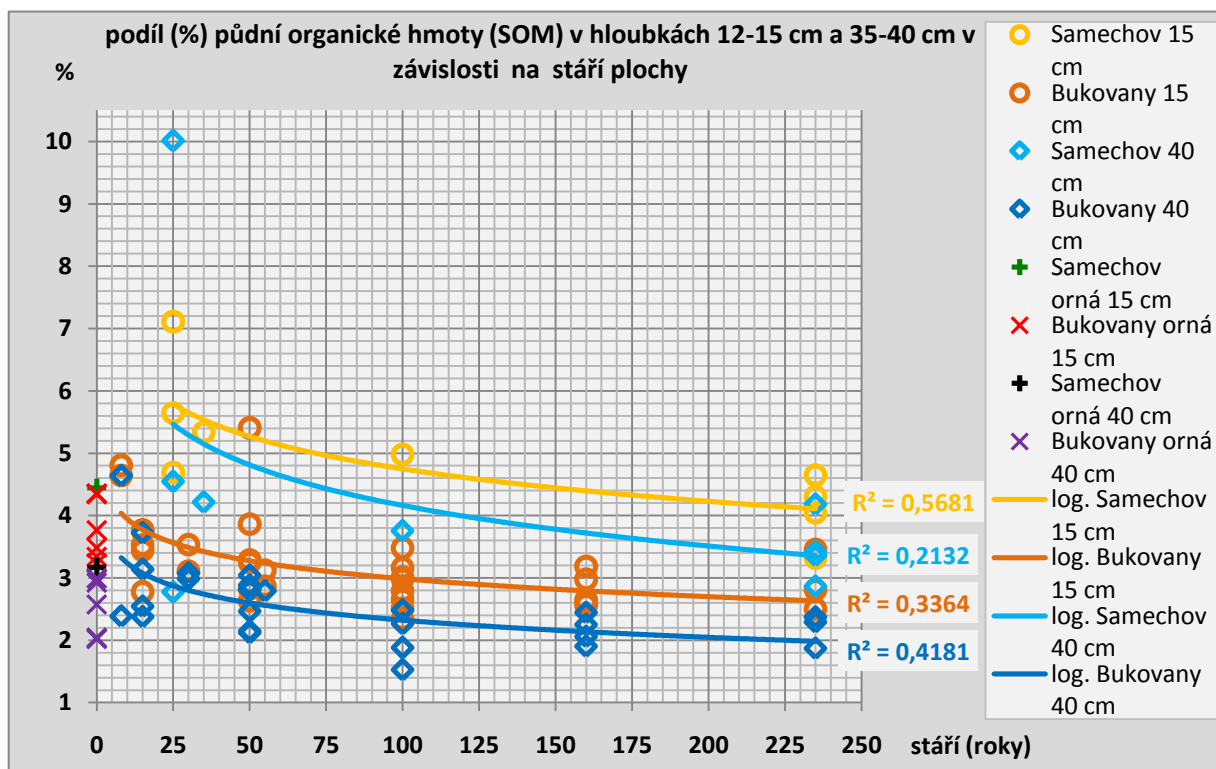
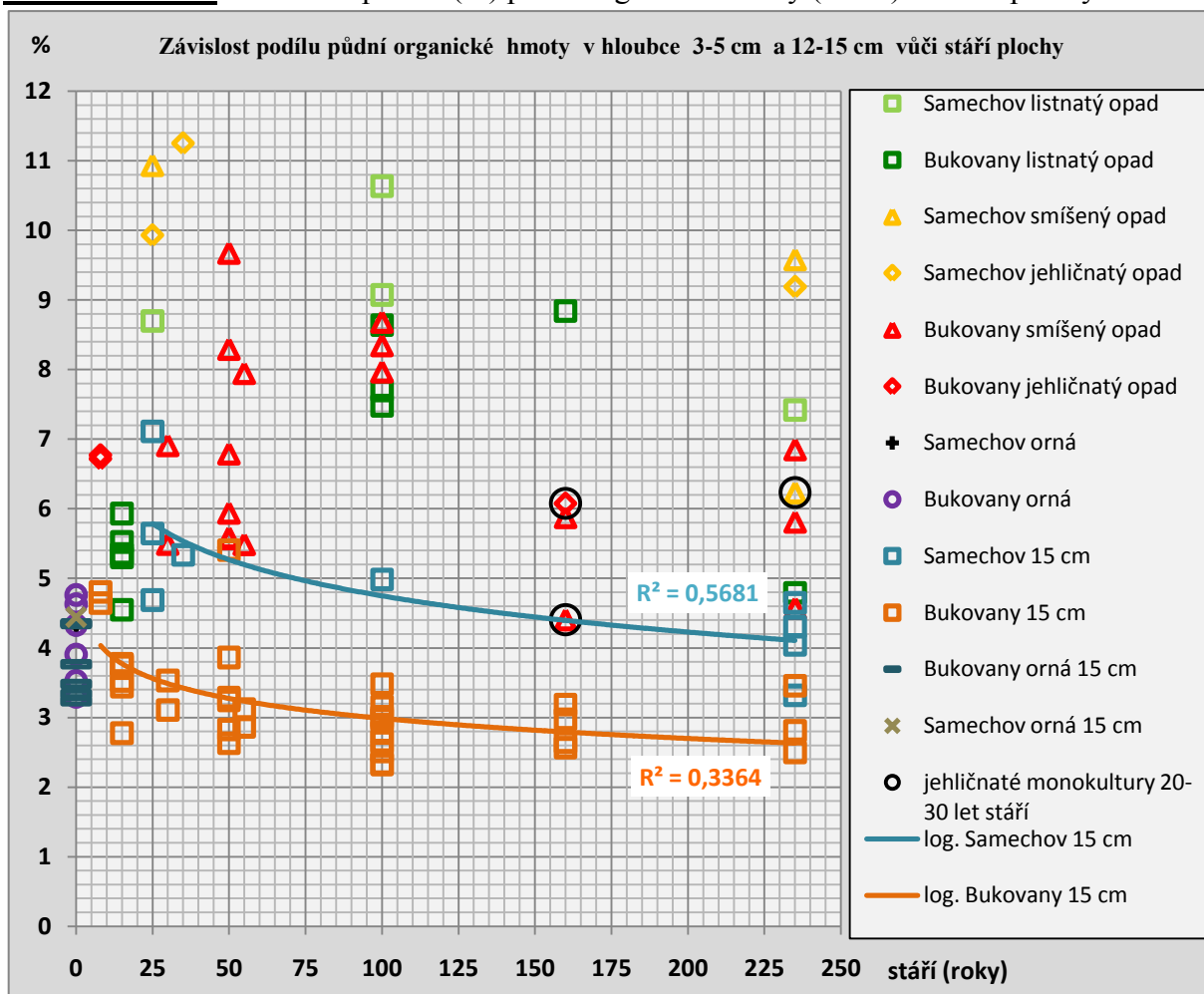
U obou křivek dochází vlivem stáří od převedení v lesní plochy k postupnému nárůstu SOM. Je to způsobeno vyšším vstupem biomasy na povrch půdy a snížením rozkladné činnosti organismů v důsledku snižování půdní reakce (pH). Uvedené tvrzení ukazují grafy č.22, č.27, č.28 a č.29.

Tab č.21: Těsnost vztahu porovnávaných veličin - regresní koeficient

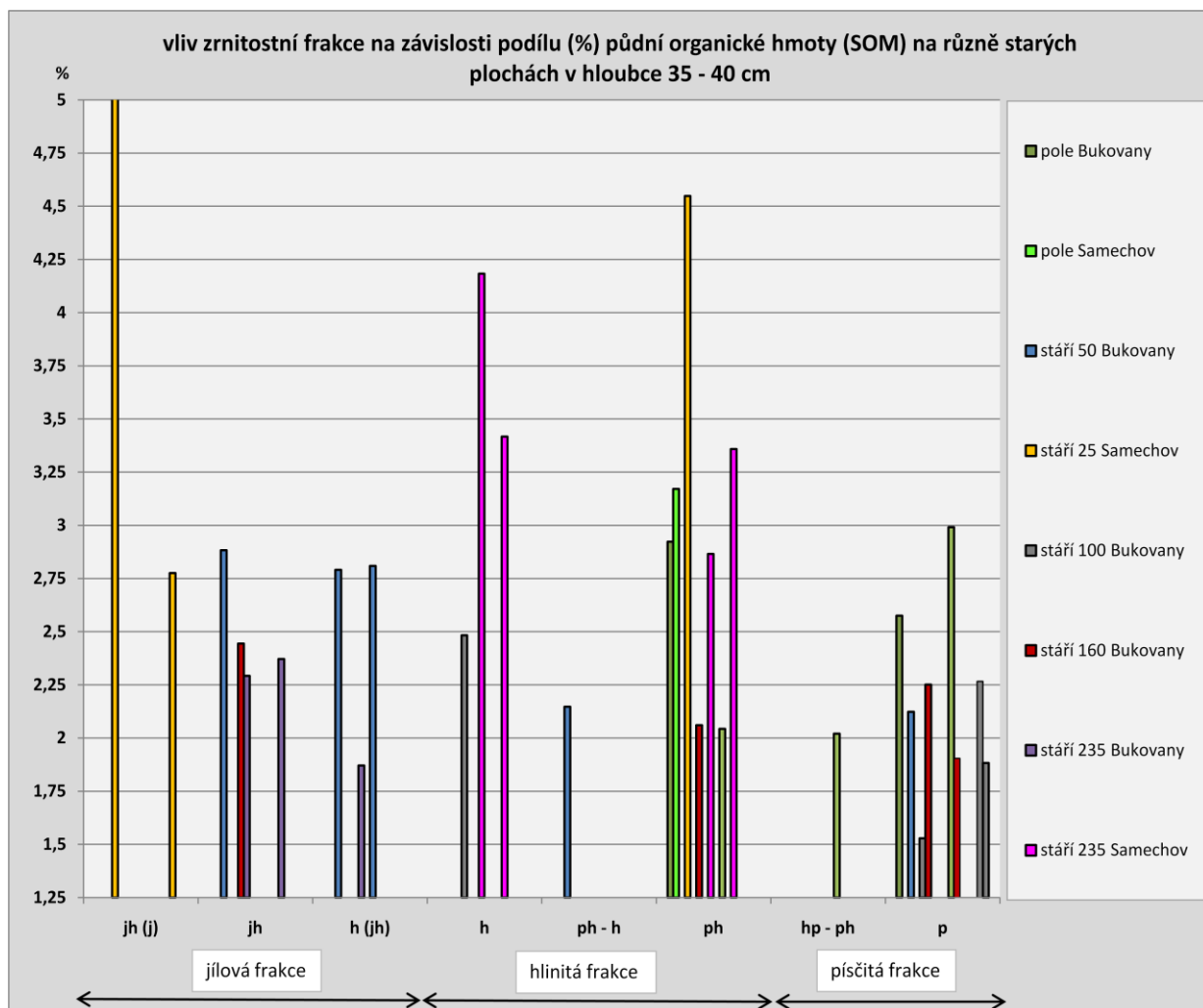
$r > 0,9$	velmi těsný vztah, velmi vysoký stupeň vázanosti mezi proměnnými
$0,7 < r < 0,9$	vysoký stupeň těsnosti vztahu
$0,5 < r < 0,7$	význačná těsnost vztahu
$0,3 < r < 0,5$	mírný stupeň těsnosti vztahu
$r < 0,3$	nízký stupeň těsnosti vztahu

Zdroj: Nosek (1972)

Graf č.22 a č.23: Závislost podílu (%) půdní organické hmoty (SOM) na stáří plochy



Graf č.24: Vliv zrnitostní frakce na podíl (%) SOM

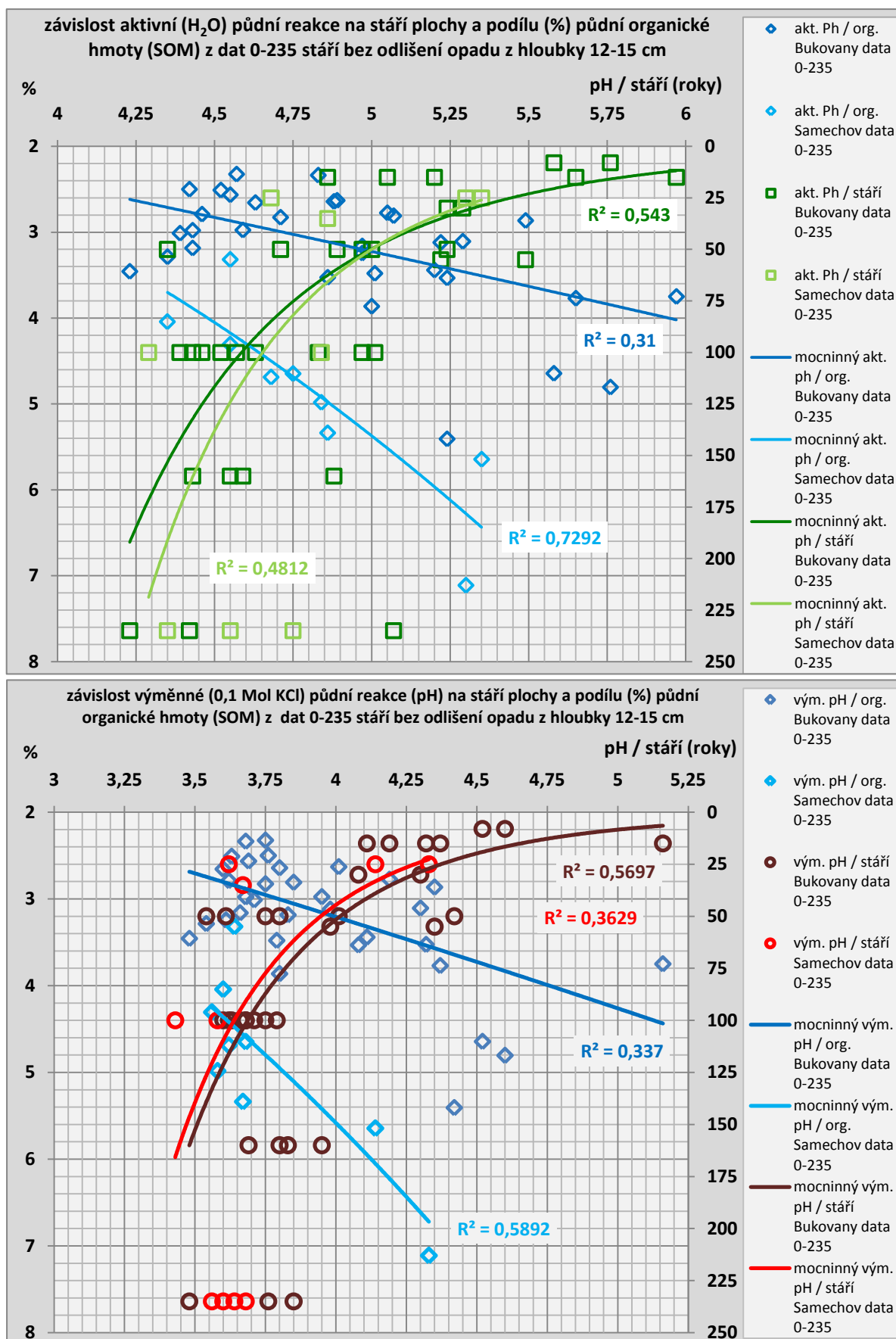


Uváděný graf č.24 je zatížen vysokou mírou subjektivity, jelikož se jedná o analýzu zrnitosti tzv. prstovou zkoušku, přesto však je zde pozorován vyšší podíl SOM u více hlinitých frakcí.

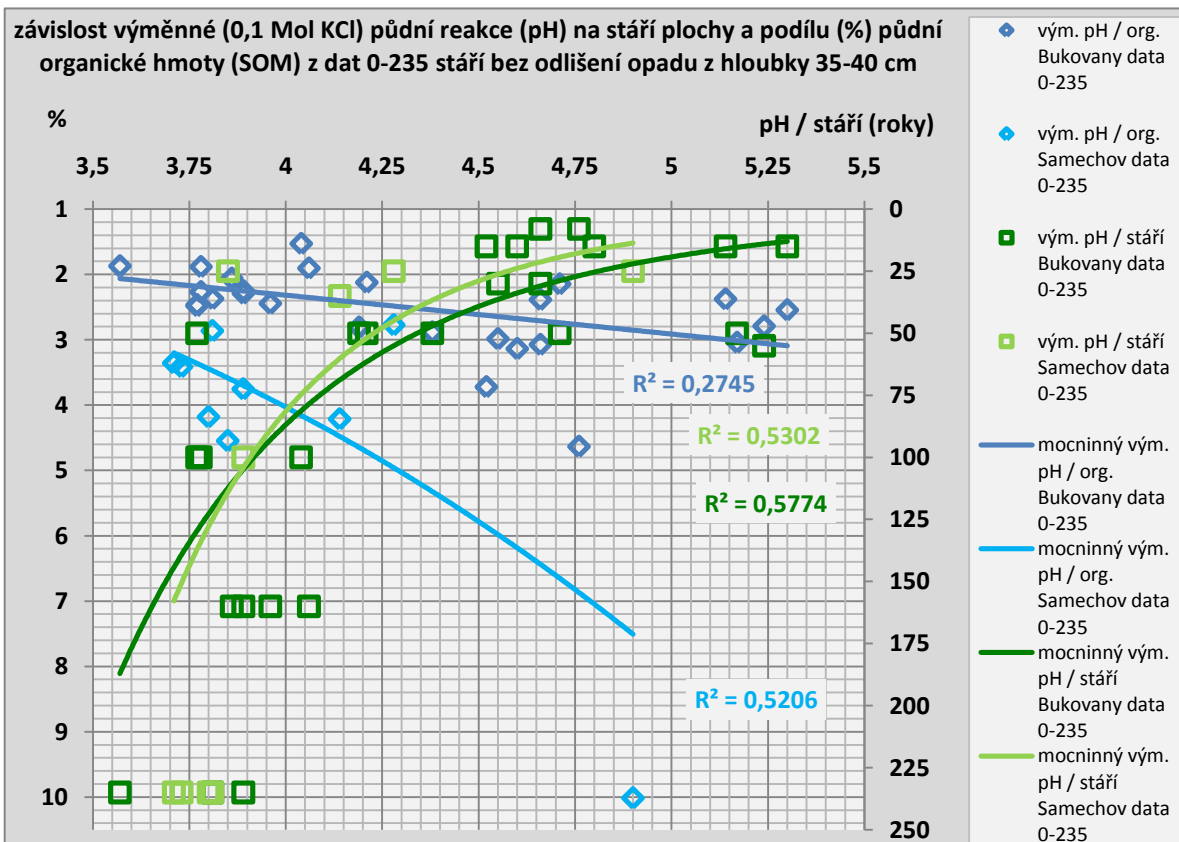
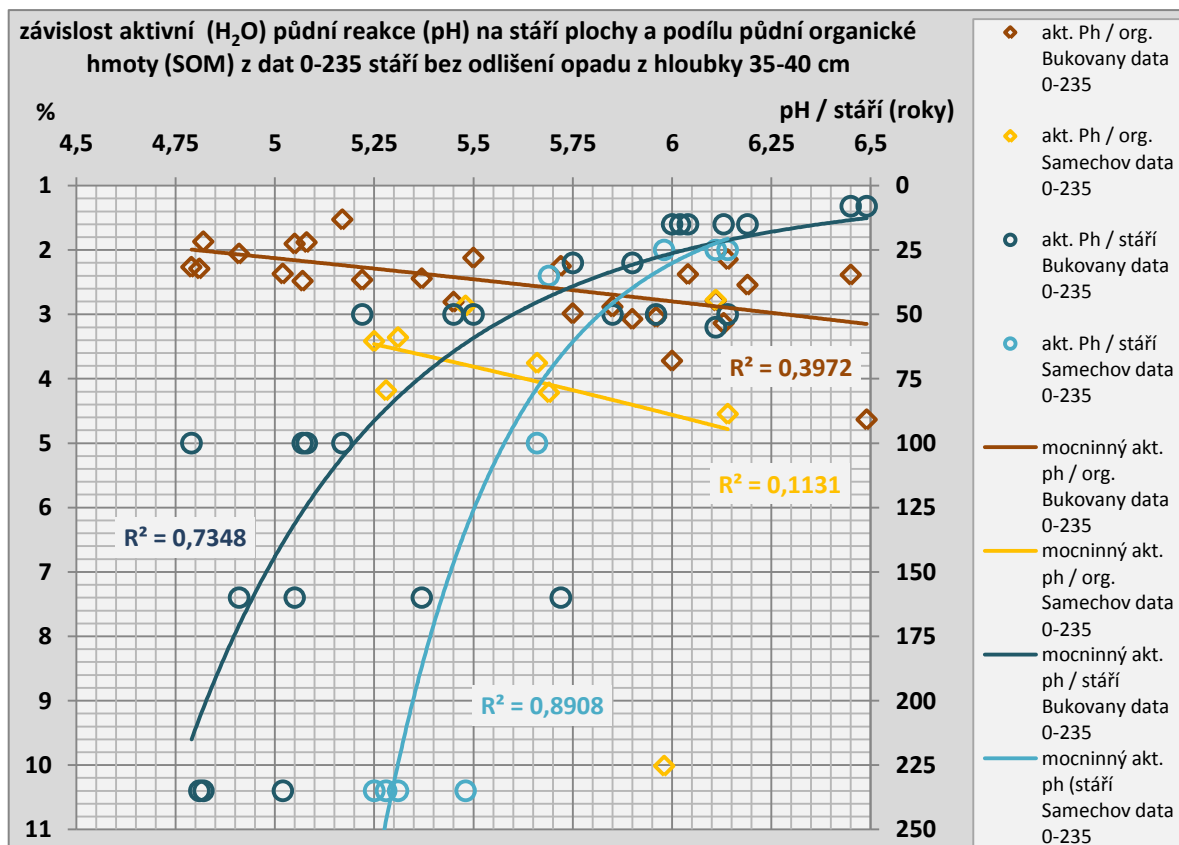
Z trendu poklesu půdní reakce vyvstává otázka, zda také pokles podílu SOM v hloubkách 12-15 cm a 35-40 cm je na tomto závislý. Uvedenou domněnku vyznačují grafy č.25 a č.26.

V uvedených datech se vyskytuje význačná těsnost vztahu mezi veličinami (koeficient R mezi 0,5 – 0,7) a méně mírný stupeň těsnosti svahu (0,3 – 0,5). Hloubka 12-15 cm není významně ovlivněna daty ze stanovišť 11 a 12, kde je prováděna těžba a zakládání monokultur. Koeficienty s a bez těchto dat se pohybují následovně: (0,31-0,37), (0,337 – 0,3625) apod.

Graf č.25: Závislost stáří plochy a podílu SOM na půdní reakci (pH) v hloubce 12-15 cm



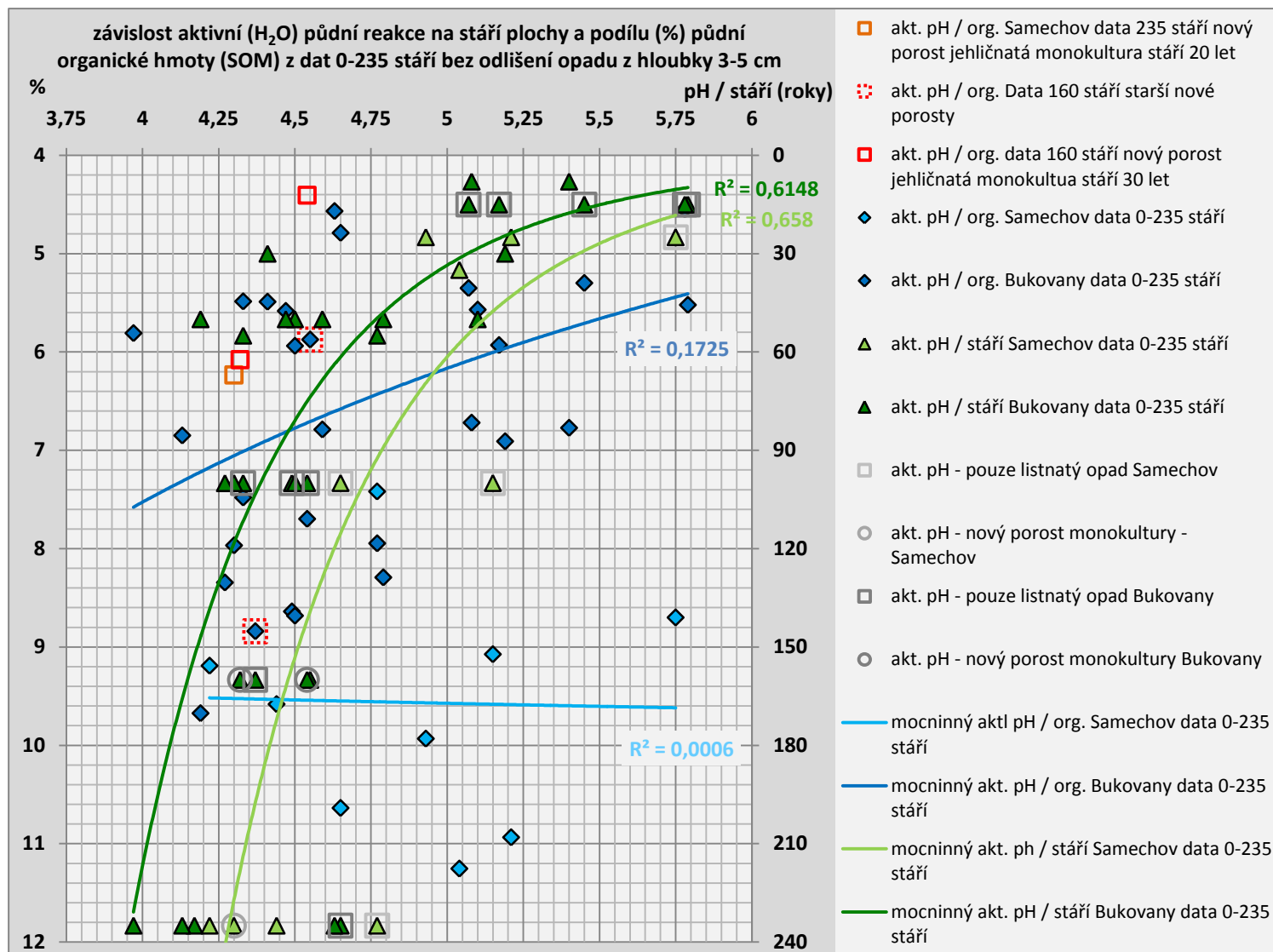
Graf č.26: Závislost stáří plochy a podílu SOM na půdní reakci (pH) v hloubce 35-40 cm



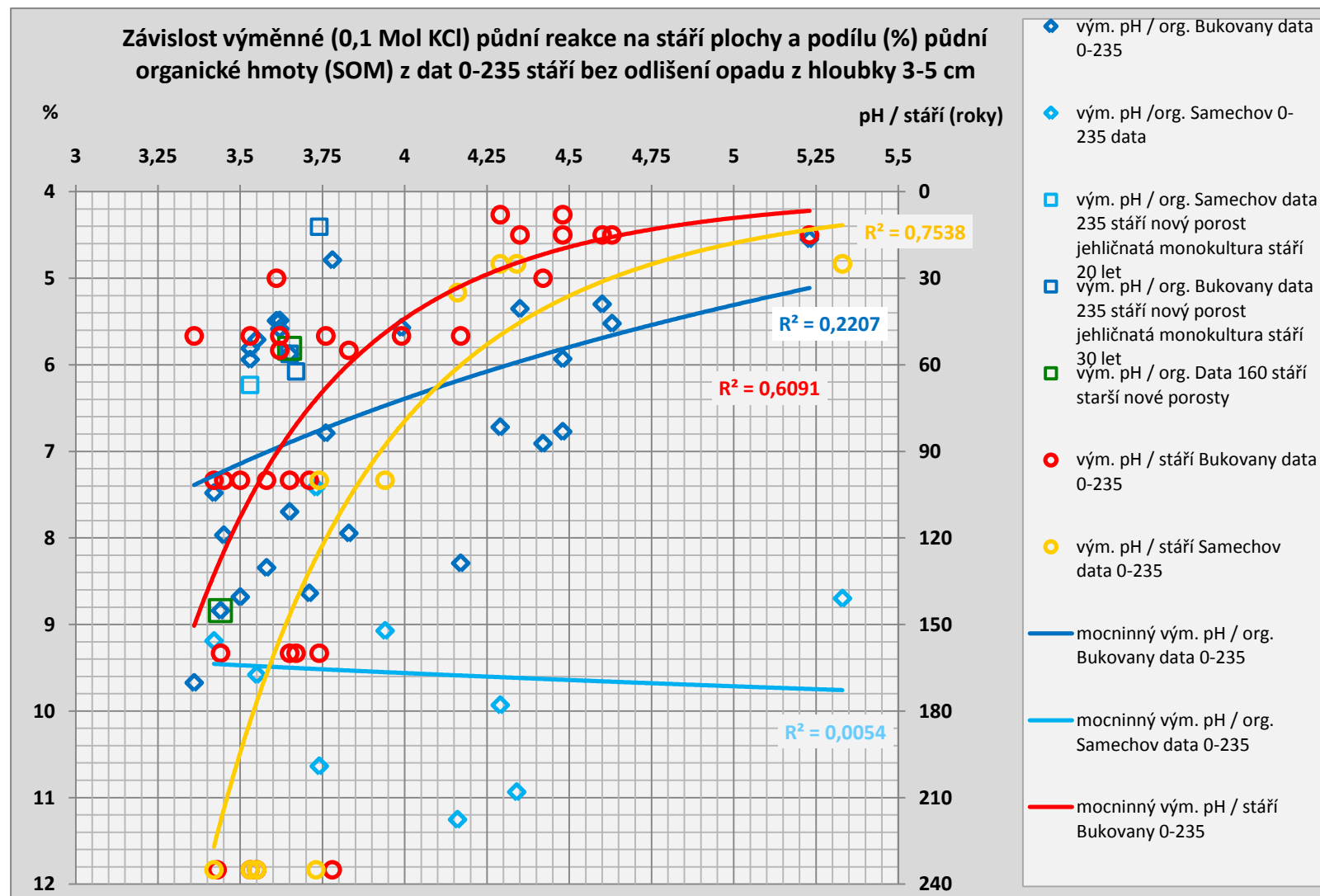
V hloubce 3-5 cm se naopak zdá trend poklesu podílu půdní organické hmoty opačný. S poklesem pH roste podíl SOM. Je to zřetelné na koeficientu křivky u dat Bukovan (viz graf č.27 a graf č.28), i když tato závislost podílu SOM na pH má malou průkaznost (0,17 a 0,22) a je pravděpodobně ovlivňována mnoha faktory, které můžeme jen stěží charakterizovat. U dat ze Samechova je hypotéza v rozporu zřejmě z důvodu vysokého podílu jílu a hlinité frakce, které ovlivňují data i u mladších stanovišť. V souhrnu jsou data ovlivněny pravděpodobně mikroklimatickými rozdíly, špatně odebraným nebo analyzovaným vzorkem, podílem jílové frakce a hlinité frakce. Pro potvrzení hypotézy by bylo potřeba provést více odběrů a charakterizovat přesně zrnitostní frakci a její vliv.

Do křivky pro závislost pH na organice nejsou započítány 3 data mladé jehličnaté monokultury ze stáří stanoviště 160 a 235 let. Jedná se o data, kde je potlačen pokles pH a růst SOM. Můžeme to vysvětlit tím, že při zakládání monokultury dochází k odtěžení dřevin, které zde byly předtím a tím ke zvýšení teploty působící na rozklad SOM. Tímto dochází k rychlejšímu odbourávání SOM a mírnému nárůstu pH v důsledku obohacení bázemi z rozloženého opadu, který zde zbyl. Po mineralizaci organiky dochází opět k poklesu pH, jelikož báze jsou uvolňovány z hůře rozložitelného opadu nových porostů, který tvoří jehličnaté monokultury. Jiný zdroj přísunu rychleji rozložitelného opadu (trávy, byliny, atd.) je zde zcela potlačen. Tato data jsou zcela v rozporu s faktem, že na starších stanovištích by při nízkém pH mělo být akumulováno více SOM.

Graf č.27: Závislost stáří plochy a podílu SOM na aktivní půdní reakci (pH H₂O) v hloubce 3-5 cm

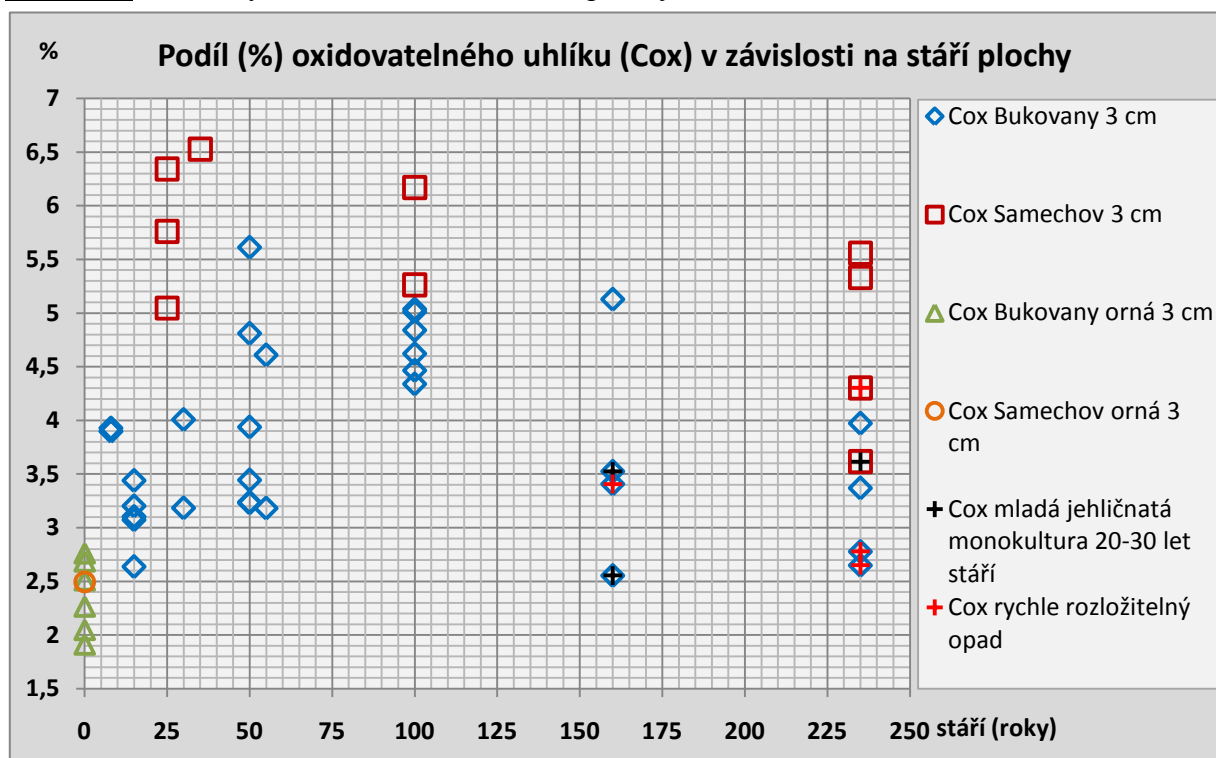


Graf č.28: Závislost stáří plochy a podílu SOM na výměnné půdní reakci (pH 0,1 Mol KCl) v hloubce 3-5 cm



Data za SOM v 3 cm jsme přepočítali na oxidovatelný uhlík (viz graf č.29), přičemž jsme použili 58% podíl uhlíku. Z grafu č.29 vyplývá pravděpodobně rostoucí trend sekvestrace uhlíku v hloubce 3-5 cm na starších plochách lesa. Mírně vyšší hodnoty jsou pozorované u hodnot z území Samechova dané pravděpodobně nižší rozkladnou činností způsobenou nižší průměrnou roční teplotou. Do dat významně zasahuje pravděpodobně vyšší podíl hlinité a jílové frakce, který podíl Cox značně ovlivňuje. To je patrné zejména na vysokém podílu u hodnot stáří 25-35 let ze Samechova. Naopak velmi nízké hodnoty vykazují mladé jehličnaté monokultury, kde došlo k mineralizaci SOM v důsledku prosvětlení stanoviště a zvýšení teploty. Data s nízkými hodnotami vykazují sondy, kde přítomností travin, opadu z lípy, habru a jilmu docházelo k rychlému rozkladu. U sondy 235 let stáří ze Samechova byla hodnota Cox i přes výskyt hůře rozložitelného opadu buku nízká. Bylo to způsobeno pravděpodobně vyšším prosvětlením stanoviště sondy a přítomností rychle se rozkládajících travin.

Graf č.29: Hodnoty Cox v závislosti na stáří plochy



6. Diskuze

Čas je pravděpodobně nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje míru odlišnosti půd kontinuálních a sekundárních lesů. Čím jsou sekundární porosty starší, tím jsou vlastnosti půdy v obou typech lesa podobnější.

Naše výsledky vykazují klesající pH a rostoucí podíl SOM²⁴ v 3-5 cm se stárnutím stanoviště. To samé potvrzují výsledky, kterých ve své práci dosáhl KOPECKÝ (2006). Autor ve své studii uvádí pro hloubku 10 cm nižší hodnoty aktivního i výměnného pH v 50letých porostech na 53 vzorcích na bývalé orné půdě oproti hodnotám v kontinuálním lese. Naopak na 27 vzorcích z kontinuálního lesa zjistil vyšší hodnoty celkového půdního uhlíku (SOC) oproti bývalým polím ($3,09 \pm 1,19$ %), ale tyto vzorky obsahují také velký rozptyl $5,32 \pm 4,51$ %. Autor dále uvádí také vyšší hodnoty pro uhlík u bývalých luk a pastvin, což však vyvrací ve své studii LAGANIER *et al.* (2010).

S našimi výsledky koreluje zjištění, ke kterému dospěl BENOIT *et al.* (1997). Autoři dospěli k vyšším hodnotám pH v horních 5 cm půdy na stanovištích druhotných lesů starých 100 let oproti hodnotám v kontinuálních lesích. Oproti kontinuálním lesům autoři zaznamenali v sekundárních lesích nižší podíl uhlíku lišící se pouze u dřívějšího využití pastvin. Autoři dále uvádějí odlišnost pH i podílu uhlíku v hloubce 5 cm u dat z rozdílných území se stejným typem substrátu, ale lišící se nadmořskou výškou. Toto vykazují i naše výsledky ve výzkumných územích.

Pro hloubku 15 cm udávají autoři více vyrovnané hodnoty vůči kontinuálnímu typu lesa i oblastem výzkumu. Naše výsledky vykazují taktéž vyrovnanější hodnoty vůči kontinuálnímu lesu, avšak velmi se výsledky liší v námi sledovaných oblastech.

KNOPS, TILLMAN (2001) uvádí vzrůstající akumulaci uhlíku na opuštěných polích, která byla zkoumána po 61 let od opuštění, v hloubce 0-10 cm. Od opuštění do posledního období narůstá uhlík více jak 2x. Podobný průběh podílu SOM v hloubce 3-5 cm pravděpodobně vykazují i naše výsledky.

LAGANIER *et al.* (2010) se zmiňuje o větším vlivu listnatého lesa oproti jehličnatému lesu na sekvestraci uhlíku po zalesnění. Studie však uvádí věk zalesnění kolem 30 let. Dlouhodobější pěstování jehličnatých dřevin naopak vede, jak zmiňuje SCHROEDER (1954 in SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 2002), k většímu ukládání uhlíku v půdách oproti

²⁴ pozn. v této diskuzi dáváme do přímé souvislosti SOM a Cox

lesům s listnatými dřevinami. Naše výsledky vykazují spíše vyšší hodnoty SOM u smíšených a jehličnatých porostů oproti listnatým.

LAGANIER *et al.* (2010) dále uvádějí vyšší poutání uhlíku půdami s vyšším obsahem jílu > 33% a to průměrně o 23% oproti půdám s menším podílem jílu. RUMPEL *et al.* (2004 in KNABNER 2009) uvádí vysokou poutací schopnost jílem (< 2 μm) v Bv horizontu kyselých kambizemí oproti horizontu Ah, kde je poutání mírně vyšší (50%) než u hlinité frakce (37%) (63 μm – 2 μm). Autor dále uvádí velice malou poutací schopnost (13%) u písčité frakce (2000 – 63 μm), která má ale podíl v Ah horizontu 50%. BALESSENT (1996 in SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 2002) se zmiňuje o podstatném vlivu jílové (0-50 μm) a hlinité frakce (50-200 μm) na setrvační dobu uhlíku v půdě oproti větším zrnitostním frakcím. U našich výsledků vychází taktéž vyšší hodnoty s vyšším podílem jílu, ale toto nemůžeme zcela potvrdit, jelikož jsme provedli pouze orientační analýzu zrnitosti tzv. prstovou zkouškou.

Velmi významnou složkou ovlivňující SOM je holosečná těžba. BALÁŽ *et al.* (2008) ve své studii shrnují vlivy holoseči takto:

Holosečná těžba má za důsledek rychlejší rozklad humusu a s tím spojený úbytek organických složek horních půdních vrstev, zapříčiněné vyšší teplotou a kolísající vlhkostí.

Zvýšená teplota zesiluje metabolickou činnost půdních mikroorganismů na holině, a zrychluje tak rozklad organické hmoty v půdě.

Při holosečném způsobu těžby dochází k obnažení půdního povrchu, který je náhle vystaven přímému slunečnímu záření.

Při rychlé dekompozici organických látek ve vrchních vrstvách půdy v důsledku přehřívání vrchní vrstvy půdy po holoseči se do atmosféry uvolňuje velké množství uhlíku ve formě CO₂. Negativní bilance uhlíku pokračuje i v mladých lesních porostech, které asimilují menší množství uhlíku, než se za stejný čas uvolní do atmosféry vinou rozkladu organických látek. Posléze se negativní bilance změní na kladnou, protože roste množství asimilovaného uhlíku. Uhlík se přitom hromadí nejen ve stromech, ale i v půdě, kam se dostává díky opadu a kořenovým exudátům stromů. Zásoba uhlíku v ekosystému lesa rovnoměrně narůstá až do následující holosečné těžby dřeva, kdy se uvolní tolik uhlíku, kolik se nakumulovalo v půdě po dobu života porostu (SCHULZE *et al.* 2000 in BALÁŽ *et al.* 2008).

Menší dopady může mít holoseč na pasekách rovinatých či mírně svažitéch poloh a hlubokých půdách s bohatým bylinným patrem nebo zmlazením. Ale vážný a dlouhodobý vliv může mít na extrémních stanovištích, jako jsou polohy s velkou svažitostí, chudé půdy nebo okolí vodotečí. V borech na chudých písčitých půdách perioda zvýšeného rozkladu organické hmoty přetrvává téměř 20 let. Původní zásoba půdního uhlíku se vytvoří asi za 80 – 100 let HRUŠKA, CIENCIALA 2005 in BALÁŽ *et al.* 2008).

Uvedená tvrzení se s velkou pravděpodobností projevila také v našich výsledcích v kontinuálních lesích. Jednalo se zejména o sondy, které se nacházely v nově založených jehličnatých monokulturách a vykazovaly nízké hodnoty SOM. Menší hodnotu SOM vykazovaly u nových jehličnatých monokultur mladší porosty.

Nižší hodnoty SOM vykazovaly také středně staré porosty u stanovišť stáří 160 a 235 let, kde proběhla probírka.

Mineralizace stávající humusové vrstvy, která v důsledku holoseče může být oslabena až o několik centimetrů, jak uvádí VACEK, PODRÁZSKÝ (2006 in BALÁŽ *et al.* 2008) se v našich výsledcích neprojevila.

Zásoba akumulovaného uhlíku je v přirozených lesích nejméně dvakrát vyšší než v hospodářských porostech. Při těžbě starých lesů proto dochází k uvolnění několika set tun uhlíku z každého hektaru lesa. Těžba starých lesů tak významně přispěla a stále přispívá ke zvyšování koncentrace CO₂ v atmosféře (HARMON *et al.* 1990; IPCC report 2000 in BALÁŽ *et al.* 2008). Uvedené tvrzení se projevuje u našich dat, kde některé výsledky analýz půd z kontinuálních lesích, kde probíhá těžba, vykazují nižší hodnoty oproti stanovištím sekundárních lesů, kde těžba ještě neproběhla.

Starými lesy se na území ČR zabývá tým okolo T. Vršky. Autor sledoval ve své disertační práci (VRŠKA 1997) národní přírodní rezervace Cachnov na jižní Moravě a národní přírodní rezervaci Diana v Českém lese poblíž Rozvadova. Autor zjistil u sond trvalých typologických ploch na kambizemi mezotrofní v Ah horizontu Cox 9,53 a 11,17 %. U rezervace Cachnov dospěl k hodnotám na fluvizemi od Cox 3,8 - 6 %. Zajímavé však bylo zjištění s porovnáváním dat naměřenými před 20 lety. Data z rezervace Cachnov z let 1994 dosahovala nižších hodnot pH oproti roku 1973. Hodnota Cox byla vyšší o 0,35 – 1% oproti roku 1973. Autor zjistil mocnost Ah horizontu 8-9 cm. Tento horizont zvýšil svoji mocnost za 20 let o 1 cm. Autorovy výsledky se shodují s našimi výsledky, které vykazují také vzrůstající mocnost horizontu Ah v čase, pokles pH a vzrůst podílu Cox v Ah horizontu.

Přestože některé listnaté dřeviny jako třeba buk (*Fagus*) patří svým opadem k hůře rozložitelným, mohou zvýšit pH půdy. HRUŠKA, CIENCIALA (2005 in BALÁŽ *et al.* 2008) uvádí pro listnaté dřeviny až o 1,4 pH; v průměru o 0,7 pH. Toto zvýšení pH může několikanásobně snížit koncentraci toxického Al³⁺ v půdě.

Listnaté dřeviny v průběhu jednoho obmýtí vyčerpají z půdy a podloží 3x – 4x více živin než jehličnany. Tyto živiny jsou každoročně s listovým opadem, větvemi, plody a odumřelými kořeny zpřístupněny pro posílení živinové rovnováhy půdy a rozhýbání půdních

potravních řetězců, které především určují kvalitu a úrodnost půdy. Obsah živin ve dřevě listnáčů a jehličnanů se přitom výrazně neliší (SPUR, BARNES 1980 in BALÁŽ *et al.* 2008).

V našich výsledcích vykazovaly výrazně vyšší pH sondy na stanovištích 235 let stáří s listnatými porosty oproti porostům smíšeným nebo jehličnatým. Akumulace živin se pravděpodobně výrazně projevovala v opadu buku, který vykazoval výrazně vyšší pH oproti jiným sondám provedených na stanovištích stáří 235 let v Samechově.

7. Závěr

Předkládaná práce se zabývá dynamikou půdního prostředí po změně kategorie využívání z orné půdy na využití kategorie les. Byly prozkoumány stanoviště různého stáří od ukončení zemědělské činnosti. Z výsledků vyplývá přetrvávání znaku Ap horizontu ještě 100 let po ukončení zemědělské činnosti, v dalším sledovaném období již tento horizont není pozorován. V časovém horizontu byl pozorován rychlý nárůst mocnosti lesního humusového horizontu Ah až na mocnost kolem 5-5,5 cm. Z dat naměřených v laboratoři byl potvrzen pokles pH ve všech sledovaných hloubkách 3-5 cm, 12-15 cm a 35-40 cm. S poklesem pH klesal také podíl SOM v hloubce 12-15 cm a 35-40 cm, ale pokles byl velice pomalý. Velice dynamicky se vyvíjel lesní humusový horizont Ah. Z dat z hloubky 3-5 cm vyplynul nárůst podílu SOM oproti klesajícím hodnotám pH. Pokles pH vede často k hromadění organické hmoty, protože se snižuje rychlost a rozklad látek dekompozičních procesů. Mění se společenstva dekompozitorů i výsledné produkty rozkladu.

Nárůst podílu SOM byl velmi rychlý především do 50 let a koreloval s prudkým poklesem pH, poté rychlost nárůstu klesala. Data byla ovlivněna v malé míře těžbou, která však zapříčinila pravděpodobně pokles hodnot SOM u stáří 160 let a také u stáří 235 let. Svou roli pravděpodobně hrála i prořezávka a probírka porostů. Data byla také pravděpodobně ve velké míře ovlivněna zrnitostním složením. Tento vliv by bylo nutné zjistit laboratorním určením zrnitosti. Půdní prostředí je velice nestálé a heterogenní a zvolený počet stanovišť a sond nebyl dostatečný pro hloubku 3-5 cm. Pro zobecnění výsledků by bylo vhodné počet sond a stanovišť ještě rozšířit, zejména u nejstarších ploch.

V uvedené práci se nepodařilo zcela určit, zda pH ovlivňuje podíl organické hmoty (SOM). Je možné, že do našich dat zasahují mnohé další faktory, což v naší práci nebylo možné jednoznačně určit.

Práce si vytyčila také za cíl vyhodnocení dostupnosti zdrojů pro sledování změn Land use a jejich přínos pro výzkum. Použité datové zdroje i přes všechna svá úskalí se zdají jako velmi vhodné pro výzkum, avšak data z I. vojenského mapování je nutno brát s rezervou, protože jsou zatížena velkou prostorovou chybou. Müllerovo mapování v našich měřítcích není příliš vhodné. Společně s GIS podklady můžeme velmi dobře sledovat změny a lépe je vyhodnocovat. Databáze LUCC nám může poskytnout velmi rychlé vyhodnocení velkého území. Po ověření výsledků je velmi žádoucí využít digitálních vrstev z projektu „VÚKOZ - MSM 6293359101 Výzkum zdrojů a indikátorů biodiversity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace“, který zpracovává většinu námi uváděných mapových zdrojů. Výstupem je vektorizace velmi malých katastrálních plošek. Projekt má zvektorizováno již 1/4 území ČR, možnou dostupnost se však nepodařilo zjistit.

Literatura a zdroje:

KNIHY

BALATKA, B. – KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech, Kartografie PRAHA, Praha, 79 s., příl., ISBN 80 – 7011 – 913 – 6

BALÁŽ, E., *et al.* (2008): Vliv holosečného hospodaření na půdu, vodu a biodiverzitu, Hnutí DUHA, Brno, 52 s., ISBN 978 – 80 – 86834 – 26 – 9

BEDRNA, Z. – DLAPA, P. – ŠARAPATKA, B. (2002): Kvalita a degradace půdy, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, ISBN 80 – 244 – 0584 – 9

BENDA, K. – MICHAL, J. (2009): Katastr nemovitostí, ČVUT, Praha, 264 s., ISBN 978 – 80 – 01 – 04336 – 3

BERGSTEDT, CH. – DITRICH, V. – LIEBERS, K. (2005): Člověk a příroda – Učebnice pro integrovanou výuku – Půda, 1. vydání, Fraus, Plzeň, 64 s., ISBN 80 – 7238 – 340 – X

BÍZKOVÁ, R., *et al.* (2005): Životní prostředí v České republice 1989-2004, CENIA - česká informační agentura životního prostředí, Praha, 108 s., ISBN 80 – 85087 – 56 – 1

BLÁHOVÁ, Š. (2009): Dynamika obsahu C v půdách, Diplomová práce na Přf UK, Praha, 81 s. příl.

BOČEK, M. (2007): Textilní průmysl v jihomoravském kraji: historie a současnost, Bakalářská práce na Přf MU, Brno, [cit. 20.4.2010] Dostupné <
[http://is.muni.cz/th/150821/prif_b/Bakalarska_prace_-
_Textilni_prumysl_v_Jihomoravskem_kraji-historie_a_soucasnost.pdf](http://is.muni.cz/th/150821/prif_b/Bakalarska_prace_-_Textilni_prumysl_v_Jihomoravskem_kraji-historie_a_soucasnost.pdf) >, 60 s.

BOSSARD, M. – FERANEC, J. – OTAHEL, J. (2000): Definice tříd CLC, Evropská agentura pro životní prostředí, 71 s.

BRADY, N. – WEIL, R. (2008): The Nature and Properties of Soils, 14rd edition, Pearson International Edition, 975 s., ISBN 978 – 0 – 13 – 513387 – 3

BURT, R. (Editor), *et al.* (2004): Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, version 4.0, 735 s.

CIENCIALA, E. – HRUŠKA, J. (2001): Degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví, Ministerstvo životního prostředí, 160 s., ISBN 80 – 7212 – 190 – 1

DOHNÁLKOVÁ, M. (2007): Výzkum nevyužívané zemědělské půdy v okrese Jeseník a její perspektivy pro cílenou produkci biomasy, Diplomová práce na PřF UK, Praha, 87 s., příl.

ECKERTOVÁ (2006): Acidifikace půd na vybraných územích v Itálii a v Česku, Diplomová práce na PřF UK, Praha, 104 s., příl.

FÉR, M. (2006): Hodnocení zranitelnosti půd ČR acidifikací, Bakalářská práce na ČZU, Praha, 55 s.

HANULÍK, O. (2006): Faktor erodovatelnosti půd a sezónní variabilita jeho hodnot, Diplomová práce na PřF UK, Praha, 48 s.

HAUPTMAN, I. – KUKAL, Z. – POŠMURNÝ, K. (2009): Půda v České republice, Consult, Praha, 255 s., ISBN 80 – 903482 – 4 – 6

HAVLÍČEK, J. (2009): Vektorový datový model Müllerovy mapy Čech, Bakalářská práce na ČVUT, Praha, 66 s.

HECKER, U. (2005): Stromy a keře, 1.vydání, REBO production, 240 s., ISBN 80 – 7234 – 291 – 6

HORNÍK, S., *et al.* (1986): Fyzická geografie II. díl, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 319 s.

HOUŠKA, J. (2007): Dynamika vývoje půdních vlastností v přirozených a přírodě blízkých lesních ekosystémech: srovnávací analýzy vybraných vlastností lesních půd, Disertační práce na MZLU, Brno, [cit. 20.4.2010] Dostupné
< <http://www.ldf.mendelu.cz/lide/clovek.pl?id=3325;zalozka=13;studium=10438> > , 195 s.

CHLUPÁČ, I., *et al.* (2002): Geologická minulost České republiky, Academia, Praha, 436 s., ISBN 80 – 200 – 0914 – 0

CHUMAN, T. (2002): Geomorfologický a geobotanický výzkum v kamenolomech dolního Posázaví, Diplomová práce na PřF UK, Praha, 122 s., příl.

CHYTRÝ, M. – KUČERA, T. – KOČÍ, M. (2001): Katalog biotopů České republiky, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 307 s., ISBN 80 – 86064 – 55 – 7

JAKŠÍK, O. (2006): Ukazatelé kvality humusů lesních půd, Bakalářská práce na ČZU, Praha, 38 s.

KLIMO, E. (1996): Lesnická pedologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 256 s., ISBN 80 – 7157 – 007 – 9

KÖGEL-KNABNER, I. (2009): Humusgualität und Standorteigenschaften. In Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 35 Humus in Böden, Friedrich Pfeil Verlag, München, 21 – 30 s., ISBN 978 – 3 – 89937 – 091 – 1

KOPECKÝ, M. (2006): Historický pohled na vegetaci sekundárních lesů v Doupovských horách, Diplomová práce na PřFUK, Praha, 93 s., příl.

KUNCOVÁ, M. (2005): Geomorfologie středního toku Sázavy v okolí Senohrab, Diplomová práce na PřFUK, Praha, 102 s., příl.

LÁNA, T. (2008): Sudetští Němci na Orlickoústecku za první republiky, Diplomová práce na FF MU, Brno, [cit. 20.4.2010] Dostupné <
http://is.muni.cz/th/74805/ff_m/Diplomova_prace_I.pdf >, 83 s.

LEDVINA, R. – HORÁČEK, J. – ŠINDELÁŘOVÁ, M. (1999): Geologie a půdoznalství. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 200 s.

LIPPERT, W. – PODLECH, D. (2005): KVĚTINY – kapesní atlas, 2. vydání, Slovart, Banská Bystrica, 255 s., ISBN 80 – 7209 – 686 – 9

LIPSKÝ, Z. (2000): Sledování změn v kulturní krajině, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 71 s. příl., ISBN 80 – 213 – 0643 – 2

MAREŠ, P. (2000): Historické změny dolního Posázaví sledované pomocí GIS, Diplomová práce na PřFUK, Praha, 173 s., příl.

MÍČHAL, I. (1994): Ekologická stabilita, Veronica, Brno, 276 s., ISBN 80 – 85368 – 22 – 6

NĚMEČEK, J., *et al.* (2001): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, ČZU Praha s VÚMOP Praha, 78 s., ISBN 80 – 238 – 8061 – 6

NEUHÄUSLOVÁ, Z., *et al.* (2001): Mapa potencionální přirozené vegetace České republiky, ACADEMIA, Praha, 341 s. příl., ISBN 80 – 200 – 0687 – 7

NOSEK, M. (1972): Metody v klimatologii, Academia, Praha, 433 s.

PRŮŠA, J., *et al.* (1958): Atlas podnebí Československé republiky, 1. vydání, Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha, 13 s.

QUITT, E. (1971): Klimatické členění Československa, STUDIA GEOGRAPHICA 16, Geografický ústav ČSAV, Brno, 82 s., příl.

REJMAN, L. (1971): Slovník cizích slov, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 414 s., ISBN 14 – 106 – 71

RÖHLICH, P. – NÁPRSTEK, V. – FEDIUK, F. (1957): Geologické exkurze do okolí Prahy, na Kralupsko a do dolního Posázaví, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 125 s.,

RŮŽEK, L. – VOŘÍŠEK, K. (2003): Vybrané kapitoly z pedobiologie a mikrobiologie, ČZU v Praze Powerprint, Praha, 151 s., ISBN 80 – 213 – 1064 – 2

SCHEFFER, F. – SCHACHTSCHABEL, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 593 s., ISBN 978 – 3 – 8274 – 1324 – 6

SMOLÍKOVÁ, L. (1982): Pedologie I. a II. díl, Státní pedagogické nakladatelství, Praha

SOUBOR GEOLOGICKÝCH A ÚČELOVÝCH MAP – Půdní mapa ČR 1:50 000, Český geologický ústav, stav ke dni 1.1. 1984, redakční uzávěrka prosinec 1993

SPAZIEROVÁ, K. (2008): Hodnocení změn krajinného pokryvu Česka dle databáze CORINE LAND COVER , Diplomová práce na PřFUK, Praha, 122 s., příl.

SUCHARA, I. (2007): Praktikum vybraných ekologických metod, Karolinum, Praha, 134 s., ISBN 978 – 80 – 246 – 1343 – 7

TOLASZ, R., *et al.* (2007): Atlas podnebí Česka, 1. vydání, ČHMÚ a UP Olomouc, Praha, 256 s., ISBN 978 – 80 – 86690 – 26 – 1

TOMÁŠEK, M. (2003): Půdy České republiky, Česká geologická služba, Praha, 68 s., příl., ISBN 80 – 7075 – 607 – 1

VALLA, M. – KOZÁK, J. – DRBAL, J. (1980): Cvičení z půdoznalství, Učební texty VŠZ v Brně, SPN, Praha, 280 s.

VOKOUN, J., *et al.* (2002): Taxonomický klasifikační systém půd ČR v lesnické praxi, ÚHUL, Brandýs nad Labem, 43 s.

VRŠKA, T. (1997): Sledování dynamiky vývoje pralesovitých ČR na příkladě rezervací Cahnov – soutok a Diana, Disertační práce na MZLU, Brno, 92 s., příl.

Časopisy a příspěvky

BENOIT, M. *et al.* (1997): Influence of past land use on the vegetation and soil of present day forest in the Vosges mountains, France In *Journal of Ecology*, 85, s. 351–358.

BIČÍK, I. – JELEČEK, L. – ŠTĚPÁNEK, V. (2001): Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. In *Land Use Policy*, 18, s. 65 – 73

CAJTHAML, J. – KREJČÍ, J. (2007): Müllerovy mapy českých zemí, jejich digitalizace a zpracování, *Kartografické listy*, 15, [cit. 20.4.2010] Dostupné < http://projekty.geolab.cz/gacr/b/files/krejci_cajthaml_x_07.pdf >, 9 s.

CAJTHAML, J. – KREJČÍ, J. (2008): Využití starých map pro výzkum krajiny, GIS Ostrava 2008, [cit. 20.4.2010] Dostupné < http://maps.fsv.cvut.cz/gacr/.../2008/2008_Cajthaml_Krejci_Ostrava.pdf >, 10 s.

HAVLÍČEK, M. – SKOKANOVÁ, H. – SVOBODA, J. (2008): Průběžné výsledky výzkumného záměru MSM6293359101, Části kvantitativní analýza dynamiky vývoje krajiny ČR, GIS Ostrava 2008, [cit. 20.4.2010] < Dostupné http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2008/sbornik/Lists/Papers/064.pdf >, 12 s.

HOUGHTON, R., A. (1999): The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850–1990, *Tellus B* 51, 298–313

HRUŠKA, J., *et al.* (2009): Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy 2. Vliv depozic síry a dusíku na půdy a lesy. In *Živa*, roč. 67, č.3, Academia, Praha, 141 – 144 s.

CHYTRÝ, M. (2009): Středoevropský les – faktory prostředí, [cit. 20.4.2010] Dostupné < http://sci.muni.cz/botany/rolecek/EkoLes4_Puda.pdf >, 55 s.

JELEČEK, L. (1995): Využití půdního fondu České republiky 1845 – 1995: Hlavní trendy a širší souvislosti. In *Sborník České geografické společnosti*, roč. 1995, č. 4, svazek 100, 276 – 291 s.

KLIKOVÁ, G. (1999): Jak hnojit rostliny ekologicky, [cit. 20.4.2010]. Dostupné < <http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=156203> >

KNOPS, J. – TILLMAN, D. (2001): Dynamics of Soil Nitrogen and Carbon Accumulation for 61 Years after Agricultural Abandonment In *Ecology*, vol. 81, no. 1, s. 88 – 98

KUCÍREK, V. (2009): Historie archivu leteckých snímků, [cit. 20.4.2010]. Dostupné < <http://muhb.cz/historie-leteckych-archivu/s-820503> >, 2 s

LAGANIERE, J. – ANGERS, D. – PARE, D. (2010): Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. In *Global Change Biology*, vol. 16, Blackwell publishing, s. 439 – 453

LOŽEK, V. (2002): Flóra-vegetace-substrát I. Základní pojmy a vztahy. In *Živa*, č.3, Academia, Praha, 109 – 111 s.

RUSEK, J. (2000): Živá půda – sukcesní vývoj půdy a ekosystémů. In *Živa*, č.5, Academia, Praha, 217 – 221 s.

SUCHARA, I. – SUCHAROVÁ, J. (2002): Distribution of sulphur and heavy metals in Forests floor humus of the Czech Republic, *Water and Soil Pollution.*, vol. 136, s. 289 - 316

Ostatní

BŘEZINA, B. – NOVÁK, P. (2007): Závěry a doporučení z odborného semináře s diskuzí k současné situaci v ochraně půdy a pozemků a k možnostem řešení, Praha-Zbraslav, [cit. 20.4.2010] Dostupné < <http://www.cazv.cz/default.asp?ch=0&typ=1&val=66567&ids=0> >

CDesign.cz (1998): Důkazy leží v archivu armády ČR, [cit. 20.4.2010] Dostupné < <http://cdesign.zive.cz/Clanky/Dukazy-lezi-v-archivu-armady-CR/sc-3-a-20373/default.aspx> >

Český statistický úřad (ČSÚ) (2009): Obyvatelstvo – roční časové řady, [cit. 20.4.2010] Dostupné < http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/obyvatelstvo_hu >

CHODĚJOVSKÁ, M. (2010): III. vojenské mapování, VÚGTK, [cit. 20.4.2010] Dostupné < <http://mapy.vugtk.cz/specialky/index.php?rs=2> >

KABRDA, J. (2008): Databáze a její tvorba, [cit. 20.4.2010] Dostupné < http://lucc.ic.cz/lucc_data/other/Text1.pdf >, 3 s.

KOSTKOVÁ, P. – ŘÍMALOVÁ, J. (2006): Archivní mapy, [cit. 20.4.2010] Dostupné < <http://archivnimapy.cuzk.cz/> >

NĚMEC (2010): Hospodářská krize v Československu, [cit. 20.4.2010] Dostupné < <http://www.dejepis.com/index.php?page=000&kap=023&pod=3> >

NOVOTNÁ, I. (2009): Právní úprava vlastnictví nemovitostí a pozemků, Dashöfer Verlag, [cit. 20.4.2010]. Dostupné < <http://www.stavebniklub.cz/4/6/pravni-uprava-vlastnictvi-nemovitosti-a-pozemku-cid205438/> >

MIKŠOVSKÝ, M. – ZIMOVÁ, R. (2006): Historická mapování českých zemí, GEOS, [cit. 20.4.2010] Dostupné < http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/71_miksovsky_zimova/paper/71_miksovsky_zimova.pdf >

PETRÁNEK (1993): Definice jílové břidlice. In geologická encyklopedie, Česká geologická služba, 2007

Společnost pro orbu ČR (SO) (2010): Historie zasahuje do Čech, [cit. 20.4.2010]. Dostupné < <http://www.orba-cz.cz/projekt/clanek.asp?pid=2&cid=93> >

STEJSKAL, J. (2009): Degradace půdy trvá – Češi proto chtějí oživit evropskou směrnici, která ji má chránit, [cit. 20.4.2010]. Dostupné < <http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2163113> >

ŠÍMA (2010): stránky o zeměměřičství, < <http://krovak.webpark.cz/index.htm> > [cit. 20.4.2010]

Stránky o historických mapách: < <http://oldmaps.geolab.cz> > [cit. 20.4.2010]

Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK, [cit. 20.4.2010]
Dostupný < <http://www.vugtk.cz/slovník/> >

Datové zdroje:

Kartogram zrnitosti – VÚMOP

Mapa půdních typů 1:50 000 – AOPK ČR

ZABAGED - ČÚZK

DATABÁZE DIBAVOD – VÚV TGM

DATABÁZE LUCC – PřFUK

Císařské povinné otisky stabilního katastru – ČÚZK

Nahlížení do katastru - <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/VyberKatastr.aspx> - ČÚZK

GIS vrstvy - www.geoportal.cenia.cz

- <http://geoportal2.uhul.cz/index.php>

- www.nts5.cgu.cz

ArcČR – ArcData

GemeindeLexikon – PřFUK

Statistické ročenky půdního fondu - ČÚZK

Přílohy:

Příloha č.1 – Popis sond

Příloha č.2 – Mapy stanovení stáří ploch na výzkumných územích

Příloha č.3 – LAND COVER charakteristika dle definice tříd CLC

Příloha č.4 – Terén

Příloha č.5 – Mapa změn kategorie využití půdy v katastru Bukovany v letech 1845-2009

Příloha č.6 – Mapa změn kategorie využití půdy v katastru Samechov v letech 1845-2009